

40

#4 2614

Docket No. 1232-4806

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): TOMITA, et al.

Group Art Unit: 2614

Serial No.: 10/032,767

Examiner:

Filed: December 27, 2001

For: ZOOM LENS AND PHOTOGRAPHING SYSTEM

CERTIFICATE OF MAILING (37 C.F.R. §1.8(a))

Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Sir:

I hereby certify that the attached:

1. Claim to Priority Convention
2. Certified copies of two priority documents
3. Return Receipt Postcard

RECEIVED
APR 04 2002
Technology Center 2600

along with any paper(s) referred to as being attached or enclosed and this Certificate of Mailing are being deposited with the United States Postal Service on date shown below with sufficient postage as first-class mail in an envelope addressed to the: Commissioner for Patents, Washington, DC 20231.

Respectfully submitted,
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: March 26, 2002

By: Helen Tiger
Helen Tiger

Correspondence Address:

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
345 Park Avenue
New York, NY 10154-0053
(212) 758-4800 Telephone
(212) 751-6849 Facsimile



27123

PATENT TRADEMARK OFFICE

Docket No. 1232-4806

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): TOMITA, et al.

Group Art Unit: 2614

Serial No.: 10/032,767

Examiner:

Filed: December 27, 2001

For: ZOOM LENS AND PHOTOGRAPHING SYSTEM

CLAIM TO CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

RECEIVED

APR 04 2002

Technology Center 2600

Sir:

In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

Application(s) filed in: Japan
In the name of: Canon Kabushiki Kaisha

Serial No(s): 2000-403516
Filing Date(s): December 28, 2000

Serial No(s): 2001-384439
Filing Date(s): December 18, 2001

- ☒ Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) submit(s) a duly certified copy of said foreign application.
- ☐ A duly certified copy of said foreign application is in the file of application Serial No. _____, filed _____.

Respectfully submitted,
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: March 7th, 2002

By: _____


Joseph A. Calvaruso
Registration No. 28,287

Correspondence Address:

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
345 Park Avenue
New York, NY 10154-0053
(212) 758-4800 Telephone
(212) 751-6849 Facsimile

CFO 16079 VS /ah



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年12月18日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-384439

[ST.10/C]:

[JP2001-384439]

出 願 人

Applicant(s):

キヤノン株式会社

RECEIVED

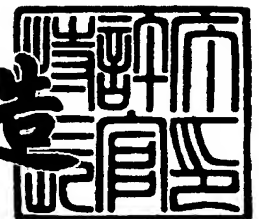
APR 04 2002

Technology Center 2600

2002年 1月25日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2002-3001093

【書類名】 特許願

【整理番号】 4619001

【提出日】 平成13年12月18日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 G02B 7/00

【発明の名称】 ズームレンズおよび撮影システム

【請求項の数】 12

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
内

【氏名】 富田 泰行

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
内

【氏名】 矢北 真一郎

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

【氏名又は名称】 キャノン株式会社

【代表者】 御手洗 富士夫

【電話番号】 03-3758-2111

【代理人】

【識別番号】 100090538

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
内

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 恵三

【電話番号】 03-3758-2111

【選任した代理人】

【識別番号】 100096965

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
社内

【弁理士】

【氏名又は名称】 内尾 裕一

【電話番号】 03-3758-2111

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-403516

【出願日】 平成12年12月28日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011224

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908388

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ズームレンズおよび撮影システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ズームレンズ全体の焦点距離を変化させるための変倍光学群を挿抜可能としたズームレンズにおいて、

最良結像位置を検出するために光軸方向に微小振幅駆動可能なウォブリング群を、前記変倍光学群の挿入位置よりも像側に設けたことを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】 前記ズームレンズは、物体側から順に、変倍時に固定である正の屈折力を有する第 1 群と、変倍時に光軸方向に移動する負の屈折力を有する第 2 群と、変倍に伴う像面変動を補正するための第 3 群と、結像のための正の屈折力を有する第 4 群とを有し、前記第 4 群中に、ズームレンズ全体の焦点距離を変化させるための変倍光学群を挿抜可能としたことを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

【請求項 3】 前記第 4 群よりも物体側に、光量調節絞りを配置したことを特徴とする請求項 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】 前記ウォブリング群を前記第 4 群内に設けるとともに、このウォブリング群を、バックフォーカス変化量の振幅半幅が焦点深度の 2 分の 1 となるように振幅駆動したときに、

$$|\alpha 1 (S 1 - E 1) / f w 1| < 0.6$$

但し、 $\alpha 1$: ウォブリング群の物体側主平面に入射する軸外主光線の角度（変倍光学群が挿入されない状態）

$S 1$: ウォブリング群の物体側主平面からみた絞りまでの距離変倍光学群が挿入されない状態）

$E 1$: ウォブリング群の像側主平面からみた撮像面までの距離変倍光学群が挿入されない状態）

$f w 1$: 変倍光学群が挿入されない状態での広角端の焦点距離を満足することを特徴とする請求項 3 に記載のズームレンズ。

【請求項 5】 前記ウォブリング群を前記第 4 群内に設けるとともに、この

ウォブリング群を、バックフォーカス変化量の振幅半幅が焦点深度の2分の1となるように振幅駆動したときに、

$$|\alpha^2 (S^2 - E^2) / f w^2| < 2.2$$

但し、 α^2 : ウォブリング群の物体側主平面に入射する軸外主光線の角度 (変倍光学群が挿入された状態)

S^2 : ウォブリング群の物体側主平面からみた絞りまでの距離 (変倍光学群が挿入された状態)

E^2 : ウォブリング群の像側主平面からみた撮像面までの距離 (変倍光学群が挿入された状態)

$f w^2$: 変倍光学群が挿入された状態での広角端の焦点距離を満足することを特徴とする請求項3又は4に記載のズームレンズ。

【請求項6】 前記第4群において、

$$-0.001 < \phi 4b / I_m < 0.0015$$

但し、 $\phi 4b$: 第4群内においてウォブリング群の直前のレンズ群の屈折力

I_m : 撮像素子のイメージサイズ

を満足することを特徴とする請求項1から5のいずれかに記載のズームレンズ。

【請求項7】 前記第4群において、前記ウォブリング群が最も像側に配置されていることを特徴とする請求項1から6のいずれかに記載のズームレンズ。

【請求項8】 前記変倍光学群が挿入されることにより、前記第4群の一部が光軸上から退避することを特徴とする請求項1から7のいずれかに記載のズームレンズ。

【請求項9】 前記第4群において、前記ウォブリング群よりも像側に、マクロ撮影およびフランジバックを調整するための光学系を配置するとともに、この光学系は、マクロ撮影およびフランジバック調整時に一体で移動可能であることを特徴とする請求項1から8のいずれかに記載のズームレンズ。

【請求項10】 前記4群において、前記ウォブリング群よりも像側に、マクロ撮影およびフランジバックを調整するための光学系を配置するとともに、この光学系が、マクロ撮影およびフランジバック調整時に固定であるレンズ群と、マクロ撮影およびフランジバック調整時に移動可能なレンズ群とにより構成され

ていることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれかに記載のズームレンズ。

【請求項 1 1】 前記変倍光学群の挿抜の前後において、前記ウォブリング群の振幅半幅を

$$\Delta x 2 = F * \Delta x 1$$

としたことを特徴とする請求項 1 から 1 0 のいずれかに記載のズームレンズ。

$\Delta x 1$: 前記変倍光学群の挿入前のウォブリング群の振幅半幅

$\Delta x 2$: 前記変倍光学群の挿入後のウォブリング群の振幅半幅

F : 前記変倍光学群の挿抜に伴う F ナンバーの変化倍率

【請求項 1 2】 請求項 1 から 1 1 のいずれかに記載のズームレンズと、このズームレンズが装着されるカメラとを有して構成されることを特徴とする撮影システム。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、テレビカメラやビデオカメラ等に好適なズームレンズに関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

ビデオカメラ等における自動焦点調節（A F，オートフォーカス）方式としては、主被写体までの距離を把握し、フォーカス群を適切な位置まで駆動するいわゆる「山登り式 A F」と呼ばれる方式が広く採用されている。

【0 0 0 3】

この方式は、結像のための撮像系のレンズ群の一部を用いて、映像信号の変化から最良結像位置の方向を検出し、フォーカシングレンズの繰り出し方向を算出する方式であり、測距のために別途新たに光学系を設けなくてもよいという利点がある。

【0 0 0 4】

また、この方式では、最良結像位置が撮像面（C C D 面やフィルム面）に対して前後どちらの方向にあるかを判断するために、撮像系の一部の光学系を光軸方

向へ微少に振幅駆動（以下、ウォブリング）させる。そして、検出した信号をもとに撮像面上にベストピントを結ぶようにフォーカス群を駆動する。

【0005】

このとき、光学系の一部をウォブリングさせるため、レンズ群等の構成を適切に設定しないと、結像倍率の変化が大きくなり、画面上見苦しいものとなってしまふ。

【0006】

結像倍率の変化を低減する方法としては、特許第2744336号公報にて開示されているものがある。このものは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1群、変倍のための負の屈折力を有する第2群、正の屈折力を有する第3群および変倍に伴う像面変動を補正するための正の屈折力を有する第4群を有し、第4群にてフォーカスを行うリアフォーカス方式のズームレンズである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

ウォブリングに伴う結像倍率の変化は、近軸追跡を行うことにより表すことができる。上記USP5138492号公報にも、ウォブリングに伴う結像倍率の変化を小さく抑えるための条件がいくつか記載されている。

【0008】

しかしながら、これらの条件は、絞りよりも像側のリレーレンズ群中にウォブリングレンズ群を配し、且つ、例えば焦点距離を望遠側にシフトするようなエクステンダーの挿抜が可能な撮像系に対して適用するには不十分である。

【0009】

すなわち、上記特許公報に記載の条件は、絞り以降の光学配置が固定された状態において、その結像倍率の変化を低減する方法としては有効であるが、エクステンダー等の光学系の挿抜によって光学系の配置が変化し、特にウォブリングレンズ群への軸外主光線の入射角度が変化する場合について適用するには十分な構成とはいえない。

【0010】

そこで、本発明は、4群ズームレンズにおいて、リレーレンズ群としての第4

群中にエクステンダー等の光学系の挿抜があっても、ウォブリングに伴う結像倍率の変化が少なく、且つ全変倍範囲にわたって良好な光学性能を発揮できるズームレンズを提供することを目的としている。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明では、ズームレンズ全体の焦点距離を変化させるための変倍光学群を挿抜可能としたズームレンズにおいて、最良結像位置を検出するために光軸方向に微小振幅駆動可能なウォブリング群を、変倍光学群の挿入位置よりも像側に設けている。

【 0 0 1 2 】

これにより、変倍光学群の挿抜にかかわらず、ウォブリング群を光軸方向に微小駆動したときに生じる結像倍率の変化を小さくすることが可能である。

【 0 0 1 3 】

なお、物体側から順に、変倍時に固定である正の屈折力を有する第1群と、変倍時に光軸方向に移動する負の屈折力を有する第2群と、変倍に伴う像面変動を補正するための第3群と、結像のための正の屈折力を有する第4群とを有し、前記第4群中に、ズームレンズ全体の焦点距離を変化させるための変倍光学群を挿抜可能としたズームレンズにおいて、最良結像位置を検出するために光軸方向に微小振幅駆動可能なウォブリング群を、変倍光学群の挿入位置よりも像側に設ける発明において、第4群よりも物体側に、光量調節絞りを配置するのがよい。

【 0 0 1 4 】

具体的には、例えば、ウォブリング群を前記第4群内に設けるとともに、このウォブリング群を、バックフォーカス変化量の振幅半幅が焦点深度の2分の1となるように振幅駆動したときに、

$$|\alpha 1 (S 1 - E 1) / f w 1| < 0.6 \dots (1)$$

但し、 $\alpha 1$ ：ウォブリング群の物体側主平面に入射する軸外主光線の角度（変倍光学群が挿入されない状態）

$S 1$ ：ウォブリング群の物体側主平面からみた絞りまでの距離変倍光学群が挿入されない状態）

E 1 : ウォブリング群の像側主平面からみた撮像面までの距離 (変倍光学群が挿入されない状態)

f w 1 : 変倍光学群が挿入されない状態での広角端の焦点距離
満足するようにすればよい。

【 0 0 1 5 】

これにより、変倍光学群が挿入されていない状態でのウォブリングに伴う結像倍率の変化を十分小さく抑えることが可能である。

【 0 0 1 6 】

さらに、ウォブリング群を第 4 群内に設けるとともに、このウォブリング群を、バックフォーカス変化量の振幅半幅が焦点深度の 2 分の 1 となるように振幅駆動したときに、

$$| \alpha 2 (S 2 - E 2) / f w 2 | < 2. 2 \dots (2)$$

但し、 $\alpha 2$: ウォブリング群の物体側主平面に入射する軸外主光線の角度 (変倍光学群が挿入された状態)

S 2 : ウォブリング群の物体側主平面からみた絞りまでの距離
(変倍光学群が挿入された状態)

E 2 : ウォブリング群の像側主平面からみた撮像面までの距離
(変倍光学群が挿入された状態)

f w 2 : 変倍光学群が挿入された状態での広角端の焦点距離
を満足するようにしてもよい。

【 0 0 1 7 】

これにより、変倍光学群が挿入された状態でもウォブリングに伴う結像倍率の変化を十分小さく抑えることが可能になる。

【 0 0 1 8 】

また、第 4 群において、

$$-0. 0 0 1 < \phi / I m < 0. 0 0 1 5 \dots (3)$$

但し、 ϕ : 第 4 群内においてウォブリング群の直前のレンズ群の屈折力

I m : 撮像素子のイメージサイズ
を満足するようにしてもよい。

【0019】

これにより、変倍光学群の挿抜に伴うウォブリング群への入射角変化が小さくなり、結像倍率の変化をより確実に小さくすることが可能になる。

【0020】

更に、ウォブリング群の振幅半幅は、変倍光学群の挿抜の前後において、

$$\Delta x_2 = F \cdot \Delta x_1 \dots (4)$$

但し、

Δx_1 : 変倍光学群の挿入前のウォブリング群の振幅半幅

Δx_2 : 変倍光学群の挿入後のウォブリング群の振幅半幅

F : 変倍光学群の挿抜に伴うFナンバーの変化倍率

を満足するようにすればよい。

【0021】

なお、ウォブリング群を、第4群中最も像側に配置することにより、微小振幅駆動されるウォブリング群の小型化および軽量化を図るようにしてもよい。

【0022】

また、変倍光学群を挿入することにより、第4群の一部が光軸上から退避する構成とすることにより、ズームレンズ全体のコンパクト化を図りつつも、変倍光学群の挿入スペースを広く確保することが可能となり、変倍光学群の挿入時における光学性能の低下を抑えることが可能となる。

【0023】

【発明の実施の形態】

(第1実施形態)

図1～6には、本発明の第1実施形態であるズームレンズのうち下記数値実施例1～6の広角端、フォーカス位置無限遠におけるレンズの断面構成を示している。

【0024】

図1～6において、Iは正の屈折力を有する第1群（前玉）、IIは、変倍時に光軸方向に移動可能な第2群としての負の屈折力を有するバリエータであり、光軸上を像側へ単調に移動させることによって広角端から望遠端への変倍を行う

。第2群 I I は、変倍の際に結像倍率が等倍（-1 倍）を含む領域内で移動させている。

【0 0 2 5】

I I I は第3群としてのコンペンセータであり、変倍に伴う像面の変動を補正するため、光軸方向に移動可能である。

【0 0 2 6】

S P は光量調節のための絞りであり、I V は結像のための正の屈折力を有する第4群である。

【0 0 2 7】

また、G は色分解プリズムや光学フィルタ等であり、同図ではガラスブロックとして示している。さらに、w o は最良結像位置を検出するために光軸方向に微小振幅駆動可能なウォブリング群であり、L 4 b は第4群中においてウォブリング群の直前に配置されたレンズ群である。

【0 0 2 8】

また、第4群には、この第4群内の空間に、全ズームレンズ系の焦点距離を拡大又は縮小するためのエクステンダー（変倍光学群）E X が挿抜（ないし着脱）可能となっている。

【0 0 2 9】

本実施形態では、ウォブリング群 w o のウォブリングに伴う結像倍率の変化が、エクステンダー E X の挿抜にかかわらず小さくなるように、絞り S P より像側のレンズ群（以下、リレー群という）の構成を適切に設定している。

【0 0 3 0】

ウォブリング群 w o は、光軸方向に高速で振幅駆動する必要があるため、適度なバックフォーカス敏感度を有し、同時に軽量であることが望ましい。しかし、テレビ用のズームレンズでは、長いバックフォーカスと、明るい F ナンバーが要求されるため、各群を構成するレンズの枚数が多く必要となる。また、レンズの有効径も大きく、さらに、エクステンダーやマクロ撮影およびフランジバック調整機構等々をリレー群中に配するなど、ウォブリング群を配置する自由度が少ない。

【 0 0 3 1 】

図 7, 8 にはそれぞれ、絞り S P 以降のレンズ群を模式的に表している。図 7 は、エクステンダー E X が挿入されていない状態を、図 8 は、エクステンダー E X が挿入された状態を表している。図 8 中では、エクステンダー E X の倍率を 2 倍とし、結像面上にて像が 2 倍に拡大されていることを示している。

【 0 0 3 2 】

図 7 において、像高変化率は以下のように表すことができる。すなわち、ウォブリング群 w_o への絞り中心主光線の入射角を α_1 、ウォブリング群 w_o のパワーを ϕ_{w_o} 、ウォブリング群と結像面との間隔を S_1 、ウォブリング群 w_o より像側のレンズ群 L_{4c} のパワーを ϕ_{4c} 、ウォブリング量を Δx 、ウォブリング群 w_o から見た絞り S P の虚像までの距離とウォブリング群 w_o から見た結像面の虚像までの距離との差を $(S_1 - E_1)$ 、ウォブリング時の像高変化量を Δy とするとき、

像高変化率 $\Delta y / f_w$ (f_w は全系の広角端の焦点距離) は、

【外 1】

$$\frac{\Delta y}{f_w} = \alpha_1 \cdot \phi_{w_o} \cdot (S_1 \phi_{4c} - 1) \cdot \Delta x \cdot \{ \Delta x - (S_1 - E_1) \} \cdot \frac{1}{f_w}$$

【 0 0 3 3 】

で表せる。

【 0 0 3 4 】

また、ウォブリング量 Δx は、 $(S_1 - E_1)$ に対して十分小さな値であるため、

【外 2】

$$\frac{\Delta y}{f_w} = \alpha_1 \cdot (S_1 \phi_{4c} - 1) \cdot (S_1 - E_1) \cdot \frac{1}{f_w}$$

【0035】

と表すことができる。

【0036】

本実施形態におけるズームレンズの構成において、エクステンダー EX の挿抜により変化し、像高変化率 $\Delta y / f w$ に対して大きく影響を与えるパラメータは、ウォブリング群 $w o$ への入射角 $\alpha 1$ と (S1-E1) である。

【0037】

ここで、ウォブリング量 Δx の許容値について説明する。視力 1.0 の人間の視覚の分解能は約 1 分といわれている。例えば、人間が 30 型程度（水平方向の画面サイズが約 50 cm）のテレビ画面を 2.5 m 離れた位置から見ると、水平方向の視野角は約 680 分となる。従って、分解能約 1 分は画面上 0.15% に相当する。

【0038】

一方、絞りを絞ると、開放時に比べ焦点深度が深くなると共にベストピント位置の検出に必要なウォブリング量も大きく必要となるため、像高変化率も比例して大きくなる。

【0039】

そこで、使用頻度が最も多い F ナンバー域が開放 $\sim F / 5.6$ 程度であることを考慮して、 $F / 5.6$ での像高変化率を 0.15% まで許容するとし、開放 ($F / 1.75 \sim 2$) 時の許容値は、その約 $1 / 3$ の 0.06% 程度となる。そこで、条件式 (1) の上限は、絞り開放 ($F / 1.75 \sim 2$) 時の像高変化率が 0.06% ($F / 5.6$ の時 0.15%) 以内に収まり、且つエクステンダー EX の挿入により像高変化率が変化した場合でも、許容値範囲内に収まるように決定した。

ウォブリング量 Δx とバックフォーカスの変化量 $\Delta s k$ との関係は、

【外 3】

$$\Delta x = \frac{\Delta s k}{(1 - \beta_1^2) * \beta_2^2}$$

【0040】

となる。ここで、 β_1 はウォブリング群の横倍率、 β_2 はウォブリング群より像側に位置する光学系の横倍率である。また、バックフォーカスの変化量を焦点深度の1/2とすると、バックフォーカスの変化量 Δs_k とFナンバー f_{no} との関係は、

$$\Delta s_k = \delta * f_{no} / 2$$

となる。ここで、 δ は、カメラシステムにより決定される許容錯乱円である。

本発明において、ウォブリングレンズ群を挿抜可能な変倍光学群よりも像側に配置したことにより、 β_1 、 β_2 は共に変倍光学系の挿抜の前後において不変であるため、ウォブリング量 Δx は、Fナンバーと比例の関係となる。

【0041】

従って、2倍のエクステンダー挿入後のウォブリング量を考えた場合、Fナンバーが2倍となることから焦点深度も2倍となり、ウォブリング群の振幅駆動量も2倍必要となる。

【0042】

2倍エクステンダー挿入時の実使用上のFナンバーは、開放端Fナンバーが暗い方向へシフトしてしまうことから約 $F/4 \sim 5.6$ 程度と範囲が狭くなる。そのため、エクステンダー挿入時において、 $F/5.6$ の時0.15%まで許容するとすると、開放($F/4$)での許容量は0.1%程度となり、挿入前に対して2倍程度の大きな値まで許すことが可能となる。

【0043】

また、条件式(1)、(2)で示される許容できる像高変化率の上限値は、ウォブリング群を光軸方向に振幅駆動させた時のバックフォーカスの変化をその振幅半幅が焦点深度2分の1となるように駆動した場合の値であり、実用上は、焦点深度に対するウォブリング量の決定の考え方(振幅半幅が焦点深度の3分の1、または焦点深度そのものなど)や、想定する画面サイズ等によって変化する。

【0044】

$F/5.6$ 以上のFナンバーも頻繁に使用するシステムを考えた場合や、より明るい開放Fナンバーを設定した場合には、開放時の像高変化率はより小さく抑え、エクステンダー挿入の前後に伴う変化のより少ないシステムとすることが必

要となる。

【0045】

エクステンダーが挿入されていない状態のみで考えた場合、ウォブリングに伴う結像倍率の変化を低減するためには、ウォブリング群への絞り中心主光線の入射角 $\alpha 1$ およびウォブリング群から見た絞りまでの距離 $E 1$ と、ウォブリング群から見た結像面までの距離 $S 1$ との差($S 1 - E 1$)をそれぞれ小さくすることが必要である。

【0046】

図7に示す状態からエクステンダー $E X$ が挿入されると(図8)、ウォブリング群 $w o$ への絞り中心主光線の入射角が $\alpha 2$ へと変化し、ウォブリング群 $w o$ から見た絞り $S P$ までの距離 $E 2$ が変化するものの、ウォブリング群 $w o$ から見た結像面までの距離 $S 2$ はエクステンダー $E X$ の有無にかかわらずほぼ一定($S 2 \doteq S 1$)の値をとるため、この結果、エクステンダー挿入時の結像倍率の変化が残存する原因となる。

【0047】

まず、エクステンダーが挿入されていない状態におけるウォブリングに伴う結像倍率の変化を低減するための条件として、

$$0.05 < |\alpha 1 (S 1 - E 1) / f w 1| < 0.6 \dots (1)$$

を満足する必要が生じる。

【0048】

条件式(1)の下限值に近づくに従って、エクステンダーが挿入されていない状態での結像倍率の変化は低減され、理想的な条件となる。

【0049】

しかし、エクステンダーが挿入された状態にて図8中の距離 $S 2$ に対して距離 $E 2$ を打ち消しにくくなるため、結像倍率の変化が残存してしまい、エクステンダーの挿抜を伴う光学系においては必ずしも望ましい条件ではない。

【0050】

また、上限値を越えて大きくなった場合は、エクステンダーが挿入されていない状態での結像倍率の変化そのものが大きく、ウォブリングに適さないことを

意味する。

【0051】

そこで、エクステンダーが挿入された状態にて、

$$0.05 < |\alpha_2 (S_2 - E_2) / f_{w2}| < 2.2 \dots (2)$$

を満足するとよい。

【0052】

この条件式(2)の上限値を超えた場合には、エクステンダーの挿抜時での結像倍率の変化が大きいことを意味する。

【0053】

さらに、第4群IV内のウォブリング群woの直前に存在するレンズ群L4bの屈折力 ϕ_{4b} を、

$$-0.001 < \phi_{4b} / I_m < 0.0015 \dots (3)$$

とするとよい。

【0054】

I_m は、撮像素子のイメージサイズである。

【0055】

条件式(3)の範囲を超えてレンズ群L4bの正または負の屈折力を大きくした場合には、エクステンダーの挿抜により、ウォブリング群woへの入射角が α_1 から α_2 へ又は α_2 から α_1 へとその変化が大きくなり、どちらか一方の条件にて結像倍率の変化が大きくなってしまう。

【0056】

ウォブリング群の振幅量は、変倍光学群の挿抜の前後において、

$$\Delta x_2 = F * \Delta x_1 \dots (4)$$

とするとよい。

Δx_1 は、変倍光学群挿入前のウォブリング群の振幅半幅、 Δx_2 は、変倍光学群挿入後のウォブリング群の振幅半幅であり、Fは、変倍光学群の挿抜に伴うFナンバーの変化倍率である。これにより、変倍光学群の挿抜に係わらず、ベストピント位置の検出と、検出に際して画面上ボケが目立たないシステムの両立が可能となる。

【 0 0 5 7 】

《数値実施例》

次に、本実施形態の数値実施例を示す。数値実施例 1 ～ 6 において、 r_i は物体側より順に第 i 番目のレンズの曲率半径、 d_i は物体側より順に第 i 番目のレンズ厚および空気間隔、 n_i と v_i (表では v_i で示す) はそれぞれ、物体側より順に第 i 番目のレンズの d 線に対するガラスの屈折率とアッペ数である。

【 0 0 5 8 】

非球面形状は、光軸方向に X 軸を、光軸直交方向に H 軸をとり、光の進行方向を正とし、 R を近軸曲率半径、 B 、 C 、 D 、 E をそれぞれ非球面係数としたときに、

【外 4】

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (H/R)^2}} + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10}$$

【 0 0 5 9 】

なる式で表される。

【 0 0 6 0 】

(数値実施例 1)

【 0 0 6 1 】

【表 1】

数值实施例 1

f=9.50~185.25 Fno:1.85~2.85 $2\omega:60.1^\circ \sim 3.4^\circ$

r 1=	600.261	d 1=	2.20	n 1=	1.76168	v 1=	27.5
r 2=	81.461	d 2=	11.42	n 2=	1.49845	v 2=	81.6
r 3=	-290.956	d 3=	7.63				
r 4=	86.701	d 4=	7.86	n 3=	1.62287	v 3=	60.3
r 5=	3044.710	d 5=	0.16				
r 6=	66.016	d 6=	6.01	n 4=	1.73234	v 4=	54.7
r 7=	146.708	d 7=可变					
r 8=	111.445	d 8=	0.80	n 5=	1.88814	v 5=	40.8
r 9=	16.812	d 9=	4.66				
r10=	-47.842	d10=	0.70	n 6=	1.82017	v 6=	46.6
r11=	33.779	d11=	2.24				
r12=	28.944	d12=	5.20	n 7=	1.81264	v 7=	25.4
r13=	-29.192	d13=	0.64				
r14=	-24.664	d14=	0.70	n 8=	1.79196	v 8=	47.4
r15=	132.572	d15=可变					
r16=	-28.806	d16=	0.75	n 9=	1.74679	v 9=	49.3
r17=	37.218	d17=	3.81	n10=	1.85501	v10=	23.9
r18=	449.023	d18=可变					
r19=	∞ (絞り)	d19=	1.80				
r20=	-231.233	d20=	3.33	n11=	1.67340	v11=	47.2
r21=	-49.133	d21=	0.20				
r22=	-170.365	d22=	4.05	n12=	1.51976	v12=	52.4
r23=	-38.625	d23=	0.20				
r24=	36.315	d24=	10.16	n13=	1.48915	v13=	70.2
r25=	-35.564	d25=	1.66	n14=	1.83932	v14=	37.2
r26=	0.000	d26=	36.00				
r27=	97.385	d27=	6.35	n15=	1.50349	v15=	56.4
r28=	-44.438	d28=	0.20				
r29=	-535.654	d29=	1.40	n16=	1.83932	v16=	37.2
r30=	21.016	d30=	7.22	n17=	1.50349	v17=	56.4
r31=	-424.093	d31=	1.60				
r32=	38.505	d32=	8.29	n18=	1.52033	v18=	58.9
r33=	-27.482	d33=	1.40	n19=	1.77621	v19=	49.6
r34=	91.360	d34=	0.30				
r35=	38.429	d35=	6.84	n20=	1.53430	v20=	48.8
r36=	-52.407	d36=	5.00				
r37=	∞	d37=	30.00	n21=	1.60718	v21=	38.0
r38=	∞	d38=	16.20	n22=	1.51825	v22=	64.2
r39=	∞						

【0062】

【表 2】

エクステンダー部

r27=	64.675	d26=	1.60		
r28=	-54.795	d27=	6.74	n15=1.49845	v15= 81.5
r29=	25.068	d28=	0.20		
r30=	-128.700	d29=	6.49	n16=1.49845	v16= 81.5
r31=	56.237	d30=	0.80	n17=1.85501	v17= 23.9
r32=	-106.936	d31=	11.25		
r33=	10.653	d32=	0.90	n18=1.64254	v18= 60.1
r34=	14.647	d33=	2.65	n19=1.85501	v19= 23.9
		d34=	5.37		

焦点距離 可変間隔	9.50	38.00	185.25
d 7	0.65	35.60	52.03
d 16	53.75	13.79	6.32
d 18	5.10	10.11	1.15

【0 0 6 3】

図 1 に示す数値実施例 1 では、エクステンダー E X の挿入に伴う光学性能のばらつきを低減するために、略アフォーカル平行光束中にエクステンダー E X を配置することが望ましい。また、エクステンダー倍率、光学性能を満足させるために、広い間隔が必要となる。

【0 0 6 4】

従って、条件式 (1) を満たし、ウォブリング群 w o の微小振幅駆動に伴う適度なバックフォーカスの敏感度を持った結像倍率の変化の少ないウォブリング群として、エクステンダー E X より像面側のレンズ群の全体もしくは、その一部を用いることが望ましい。

【0065】

また、数値実施例1では、第4群の最も像側の2群3枚をウォブリング群レンズとしている。第4群内の一部のレンズ群を可動とすることにより、ウォブリング群w oの軽量化を図っている。また、ウォブリング群の直前のレンズ群L 4 bの屈折力を条件式(3)の範囲内とすることにより、エクステンダーE Xの有無にかかわらず結像倍率の変化の少ない構成となっている。

【0066】

さらに、数値実施例1において、エクステンダーE Xは、間隔 $d_{26} = 36\text{ mm}$ の空間に挿抜可能としている。

【0067】

表12に各数値実施例における、条件式の数値および結像倍率の変化率を示す。結像倍率の変化率はそれぞれ、開放端において振幅半幅を焦点深度の2分の1としてウォブリングさせたときの値を示した。

【0068】

例えば、テレビカメラで主流である2/3型CCD(イメージサイズ: $\phi 11\text{ mm}$)の許容錯乱円を約 0.021 mm とすると、 $F/2$ における焦点深度は約 0.04 mm となる。

【0069】

なお、図9, 10にはそれぞれ、本数値実施例1のエクステンダー非挿入時における広角端、望遠端での収差図を示している。また、図19には、エクステンダー挿入時における広角端での収差図を示している。

【0070】

(数値実施例2)

【0071】

【表 3】

数值实施例 2

 $f=9.50\sim 185.25$ $Fno:2.0\sim 2.85$ $2\omega:60.1^\circ \sim 3.4^\circ$

r 1= 622.723	d 1= 2.20	n 1=1.76168	v 1= 27.5
r 2= 77.855	d 2= 12.34	n 2=1.48915	v 2= 70.2
r 3= -323.998	d 3= 7.78		
r 4= 86.923	d 4= 8.56	n 3=1.62032	v 3= 63.4
r 5= -1529.464	d 5= 0.15		
r 6= 64.688	d 6= 6.06	n 4=1.73234	v 4= 54.7
r 7= 134.784	d 7=可变		
r 8= 111.445	d 8= 0.80	n 5=1.88814	v 5= 40.8
r 9= 16.812	d 9= 4.65		
r10= -47.842	d10= 0.70	n 6=1.82017	v 6= 46.6
r11= 33.779	d11= 2.24		
r12= 28.944	d12= 5.20	n 7=1.81264	v 7= 25.4
r13= -29.192	d13= 0.54		
r14= -24.664	d14= 0.70	n 8=1.79196	v 8= 47.4
r15= 132.572	d15=可变		
r16= -28.806	d16= 0.75	n 9=1.74679	v 9= 49.3
r17= 37.218	d17= 3.81	n10=1.85501	v10= 23.9
r18= 449.023	d18=可变		
r19= ∞ (絞り)	d19= 1.40		
r20= -1109.872	d20= 4.46	n11=1.67340	v11= 47.2
r21= -30.372	d21= 0.20		
r22= 104.731	d22= 6.31	n12=1.48915	v12= 70.2
r23= -26.574	d23= 1.20	n13=1.83932	v13= 37.2
r24= -74.569	d24= 30.00		
r25= 170.165	d25= 3.69	n14=1.48915	v14= 70.2
r26= -86.018	d26= 2.50		
r27= 46.559	d27= 4.04	n15=1.69979	v15= 55.5
r28= 178.870	d28= 5.00		
r29= -66.299	d29= 1.20	n16=1.88815	v16= 40.8
r30= 151.817	d30= 7.03	n17=1.48915	v17= 70.2
r31= -37.731	d31= 0.15		
r32= 74.679	d32= 1.20	n18=1.80642	v18= 35.0
r33= 28.773	d33= 4.28		
r34= 78.908	d34= 8.64	n19=1.52033	v19= 58.9
r35= -20.059	d35= 1.20	n20=1.88815	v20= 40.8
r36= -66.519	d36= 4.03		
r37= 1248.781	d37= 4.71	n21=1.66152	v21= 50.9
r38= -35.175	d38= 4.00		
r39= ∞	d39= 30.00	n22=1.60718	v22= 38.0
r40= ∞	d40= 16.20	n23=1.51825	v23= 64.2
r41= ∞			

【0 0 7 2】

【表 4】

エクステンダー部

r25=	-377.553	d24=	1.60		
r26=	-49.635	d25=	2.81	n14=1.52033	v14= 58.9
r27=	19.162	d26=	0.20		
r28=	96.555	d27=	5.72	n15=1.51976	v15= 52.4
r29=	15.020	d28=	0.20		
r30=	137.066	d29=	5.62	n16=1.51825	v16= 64.1
r31=	10.484	d30=	0.80	n17=1.85501	v17= 23.9
r32=	-49.330	d31=	6.63		
r33=	11.941	d32=	0.90	n18=1.64254	v18= 60.1
r34=	30.819	d33=	2.99	n19=1.85501	v19= 23.9
		d34=	2.67		

焦点距離 可変間隔	9.50	38.00	185.25
d 7	1.08	36.03	52.46
d 15	53.75	13.79	6.32
d 18	5.10	10.11	1.15

【0073】

図 2 に示す数値実施例 2 では、エクステンダー E X の挿入間隔より像側の 2 番目のレンズをウォブリング群レンズとしている。また、エクステンダー E X を $d_{24} = 30 \text{ mm}$ の空間に挿抜可能としている。

【0074】

ウォブリング群 w o の直前のレンズ群 L 4 b の正の屈折力 ϕ_{4b} を、数値実施例 1 に対してより上限に近づけたことにより、エクステンダー挿抜に伴う結像倍

率の変化（条件式（2））が大きな値を持っている。

【0075】

さらに、ウォブリング群w oより像側の4群6枚のレンズ群L 4 cを、2つのレンズ群L 4 c 1, L 4 c 2によって構成するとともに、レンズ群L 4 c 2にて、主フォーカシングレンズとは別に近接撮影を行うためのマクロ撮影およびレンズ交換式カメラにてレンズの基準面（フランジ面）と結像面との寸法誤差を調整するためのフランジバック調整を可能としている。

【0076】

なお、図11, 12にはそれぞれ、本数値実施例2のエクステンダー非挿入時における広角端、望遠端での収差図を示している。また、図20には、エクステンダー挿入時における広角端での収差図を示している。

【0077】

（数値実施例3）

【0078】

【表5】

数値実施例3

エクステンダー部

r25=	722.998	d24=	1.60	n14=	1.52033	v14=	58.9
r26=	-69.098	d25=	3.37				
r27=	21.904	d26=	0.20	n15=	1.51976	v15=	52.4
r28=	156.887	d27=	5.85				
r29=	17.349	d28=	0.20	n16=	1.51825	v16=	64.1
r30=	117.012	d29=	5.19	n17=	1.85501	v17=	23.9
r31=	12.697	d30=	0.80				
r32=	378.277	d31=	8.57	n18=	1.64254	v18=	60.1
r33=	12.453	d32=	0.90	n19=	1.85501	v19=	23.9
r34=	25.927	d33=	3.52				
		d34=	6.00				

【0079】

図3に示す数値実施例3では、数値実施例2のレンズ系に対して、エクステンダーEXの挿入時に第4群の一部（L 4 b）を光軸上から退避（脱出）させることにより、d 2 4からd 2 6の空間を用いてエクステンダーを挿入可能としている。

る。第4群の一部を退避させることで、エクステンダー挿抜のための省スペース化が図られることにより、レンズ系のコンパクト化を図ったり、広い空間を有効に活用してエクステンダー挿入時の光学性能の悪化を抑制することが可能となる。

【0080】

また、エクステンダー挿入時に第4群の一部を退避させるようにした場合でも、レンズ群L4bの屈折力を適切に設定することによって、結像倍率の変化率を良好に保つことが可能である。

【0081】

なお、図21には、本数値実施例3のエクステンダー挿入時における広角端での収差図を示している。

【0082】

(数値実施例4)

【0083】

【表 6】

数值实施例 4

f=9.50~185.25 Fno:2.0~2.85 $2\omega:60.1^\circ \sim 3.4^\circ$

r 1= 622.723	d 1= 2.20	n 1=1.76168	v 1= 27.5
r 2= 77.855	d 2= 12.34	n 2=1.48915	v 2= 70.2
r 3= -323.998	d 3= 7.78		
r 4= 86.923	d 4= 8.56	n 3=1.62032	v 3= 63.4
r 5= -1529.464	d 5= 0.15		
r 6= 64.688	d 6= 6.06	n 4=1.73234	v 4= 54.7
r 7= 134.784	d 7=可变		
r 8= 111.445	d 8= 0.80	n 5=1.88814	v 5= 40.8
r 9= 16.812	d 9= 4.65		
r10= -47.842	d10= 0.70	n 6=1.82017	v 6= 46.6
r11= 33.779	d11= 2.24	n 7=1.81264	v 7= 25.4
r12= 28.944	d12= 5.20		
r13= -29.192	d13= 0.54	n 8=1.79196	v 8= 47.4
r14= -24.664	d14= 0.70		
r15= 132.572	d15=可变	n 9=1.74679	v 9= 49.3
r16= -28.806	d16= 0.75	n10=1.85501	v10= 23.9
r17= 37.218	d17= 3.81		
r18= 449.023	d18=可变		
r19= ∞ (絞り)	d19= 1.40		
r20= -167.968	d20= 4.19	n11=1.66152	v11= 50.9
r21= -28.839	d21= 0.20		
r22= 216.499	d22= 2.57	n12=1.48915	v12= 70.2
r23= -159.531	d23= 0.00		
r24= 88.815	d24= 6.34	n13=1.48915	v13= 70.2
r25= -29.606	d25= 1.20	n14=1.83932	v14= 37.2
r26= -76.274	d26= 30.00		
r27= 59.688	d27= 1.20	n15=1.48915	v15= 70.2
r28= 35.023	d28= 2.50		
r29= 43.898	d29= 4.98	n16=1.69979	v16= 55.5
r30= -79.430	d30= 2.50		
r31= -45.959	d31= 1.20	n17=1.88815	v17= 40.8
r32= 72.323	d32= 7.79	n18=1.48915	v18= 70.2
r33= -28.720	d33= 0.15		
r34= 129.989	d34= 1.20	n19=1.80642	v19= 35.0
r35= 29.797	d35= 3.71		
r36= 66.757	d36= 9.33	n20=1.51976	v20= 52.4
r37= -17.449	d37= 1.20	n21=1.88815	v21= 40.8
r38= -49.582	d38= 3.79		
r39= 819.738	d39= 4.62	n22=1.66152	v22= 50.9
r40= -31.246	d40= 4.00		
r41= ∞	d41= 30.00	n23=1.60718	v23= 38.0
r42= ∞	d42= 16.20	n24=1.51825	v24= 64.2
r43= ∞			

【0084】

【表 7】

エクステンダー部

r27=	746.348	d26=	1.60		
r28=	-55.871	d27=	3.32	n15=1.48915	v15= 70.2
r29=	16.521	d28=	0.20		
r30=	36.028	d29=	5.27	n16=1.49845	v16= 81.5
r31=	13.452	d30=	0.20		
r32=	31.044	d31=	4.96	n17=1.51825	v17= 64.1
r33=	9.442	d32=	0.80	n18=1.85501	v18= 23.9
r34=	-37.409	d33=	7.64		
r35=	11.531	d34=	0.90	n19=1.75844	v19= 52.3
r36=	45.968	d35=	3.17	n20=1.85501	v20= 23.9
		d36=	1.97		

焦点距離 可変間隔	9.50	38.00	185.25
d 7	1.08	36.03	52.46
d 15	53.75	13.79	6.32
d 18	5.10	10.11	1.15

【0085】

図4に示す数値実施例4では、エクステンダーEXの挿入間隔より像側の2番目のレンズをウォブリング群レンズとしている。また、エクステンダーEXをd26=30mmの空間に挿入可能としている。

【0086】

また、本数値実施例4は、ウォブリング群woより物体側のレンズ群L4bを負の屈折力とした場合である。数値実施例1に対してφ4bをより下限に近づけたことにより、エクステンダーEXの挿抜に伴う結像倍率の変化（条件式（2））が大きな値を持っている。

【0087】

なお、図 1 3, 1 4 にはそれぞれ、本数値実施例 4 のエクステンダー非挿入時における広角端、望遠端での収差図を示している。また、図 2 2 には、エクステンダー挿入時における広角端での収差図を示している。

【 0 0 8 8 】

(数値実施例 5)

【 0 0 8 9 】

【表 8】

数值实施例 5

f=9.50~185.25 Fno:2.0~2.85 2 ω :60.1° ~3.4°

r 1=	622.723	d 1=	2.20	n 1=	1.76168	v 1=	27.5
r 2=	77.855	d 2=	12.34	n 2=	1.48915	v 2=	70.2
r 3=	-323.998	d 3=	7.78				
r 4=	86.923	d 4=	8.56	n 3=	1.62032	v 3=	63.4
r 5=	-1529.464	d 5=	0.15				
r 6=	64.688	d 6=	6.06	n 4=	1.73234	v 4=	54.7
r 7=	134.784	d 7=	可变				
r 8=	111.445	d 8=	0.80	n 5=	1.88814	v 5=	40.8
r 9=	16.812	d 9=	4.65				
r10=	-47.842	d10=	0.70	n 6=	1.82017	v 6=	46.6
r11=	33.779	d11=	2.24				
r12=	28.944	d12=	5.20	n 7=	1.81264	v 7=	25.4
r13=	-29.192	d13=	0.54				
r14=	-24.664	d14=	0.70	n 8=	1.79196	v 8=	47.4
r15=	132.572	d15=	可变				
r16=	-28.806	d16=	0.75	n 9=	1.74679	v 9=	49.3
r17=	37.218	d17=	3.81	n10=	1.85501	v10=	23.9
r18=	449.023	d18=	可变				
r19=	∞ (絞り)	d19=	1.40				
r20=	-288.753	d20=	4.45	n11=	1.66152	v11=	50.9
r21=	-27.952	d21=	0.20				
r22=	64.233	d22=	7.14	n12=	1.48915	v12=	70.2
r23=	-25.959	d23=	1.20	n13=	1.83932	v13=	37.2
r24=	-72.322	d24=	30.00				
r25=	47.982	d25=	5.34	n14=	1.48915	v14=	70.2
r26=	-125.570	d26=	2.50				
r27=	-96.426	d27=	1.20	n15=	1.69979	v15=	55.5
r28=	191.570	d28=	5.00				
r29=	-122.237	d29=	1.20	n16=	1.88815	v16=	40.8
r30=	1090.682	d30=	5.32	n17=	1.48915	v17=	70.2
r31=	-30.494	d31=	0.15				
r32=	106.004	d32=	1.20	n18=	1.80642	v18=	35.0
r33=	34.262	d33=	2.67				
r34=	47.028	d34=	8.44	n19=	1.50349	v19=	56.4
r35=	-20.185	d35=	1.20	n20=	1.88815	v20=	40.8
r36=	-76.910	d36=	2.56				
r37=	90.553	d37=	4.83	n21=	1.66152	v21=	50.9
r38=	-49.369	d38=	4.00				
r39=	∞	d39=	30.00	n22=	1.60718	v22=	38.0
r40=	∞	d40=	16.20	n23=	1.51825	v23=	64.2
r41=	∞						

【0090】

【表 9】

エクステンダー部			
r25= 1327.342	d24= 1.60	n14=1.52033	v14= 58.9
r26= -65.631	d25= 2.96		
r27= 19.393	d26= 0.20	n15=1.52033	v15= 58.9
r28= 92.908	d27= 5.95		
r29= 16.254	d28= 0.20	n16=1.51825	v16= 64.1
r30= 88.347	d29= 5.90	n17=1.85501	v17= 23.9
r31= 10.562	d30= 0.80		
r32= -61.482	d31= 6.15	n18=1.64254	v18= 60.1
r33= 11.288	d32= 0.90	n19=1.85501	v19= 23.9
r34= 24.985	d33= 2.81		
	d34= 2.54		

焦点距離 可変間隔	9.50	38.00	185.25
d 7	1.08	36.03	52.46
d 15	53.75	13.79	6.32
d 18	5.10	10.11	1.15

【0091】

図5に示す数値実施例5では、エクステンダーEXの挿入間隔より像側の2番目のレンズをウォブリング群レンズとし、エクステンダーEXを $d24 = 30\text{ m}$ の空間に挿抜可能としている。また、本数値実施例5では、ウォブリング群w_oを負の屈折力としている。

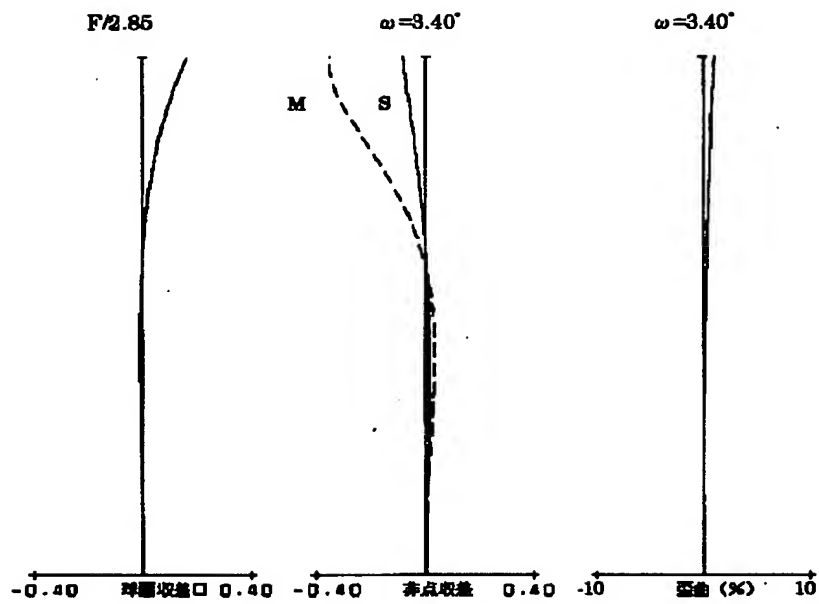
【0092】

本数値実施例5では、 $\phi 4\text{ b}$ を上限に近づけたことにより、エクステンダーの挿抜に伴う結像倍率の変化（条件式（2））が大きな値を持っている。

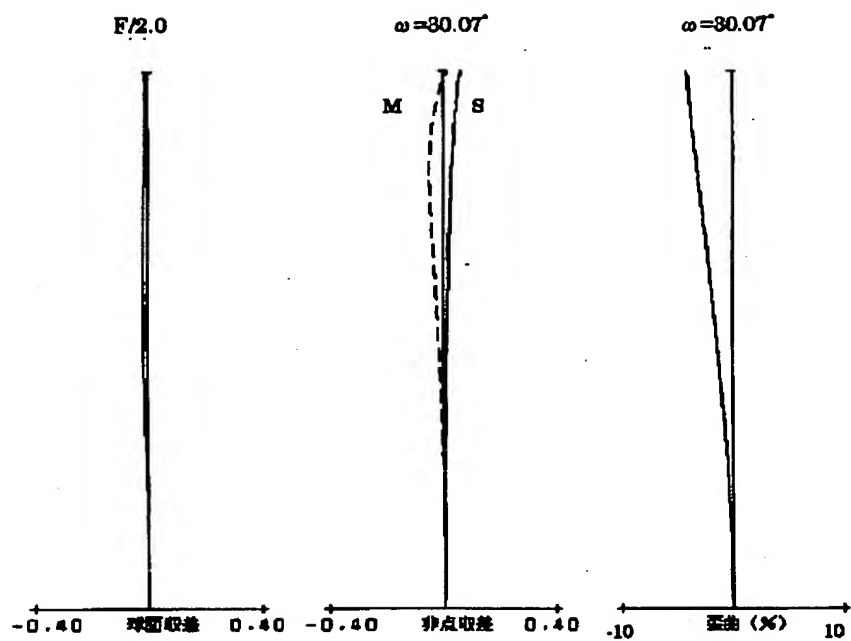
【0093】

本数値実施例では、L4c群を一体で移動させ、マクロ撮影およびフランジバ

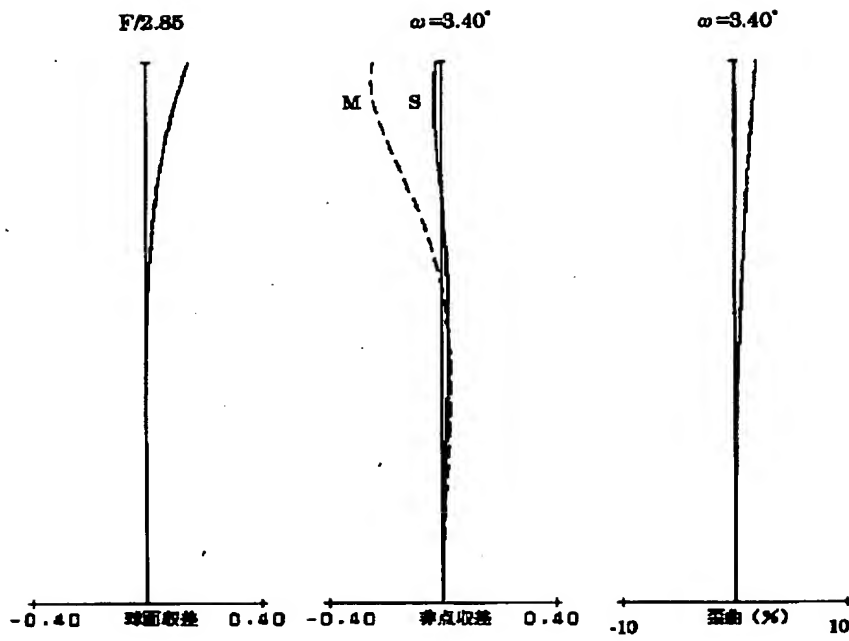
【图 10】



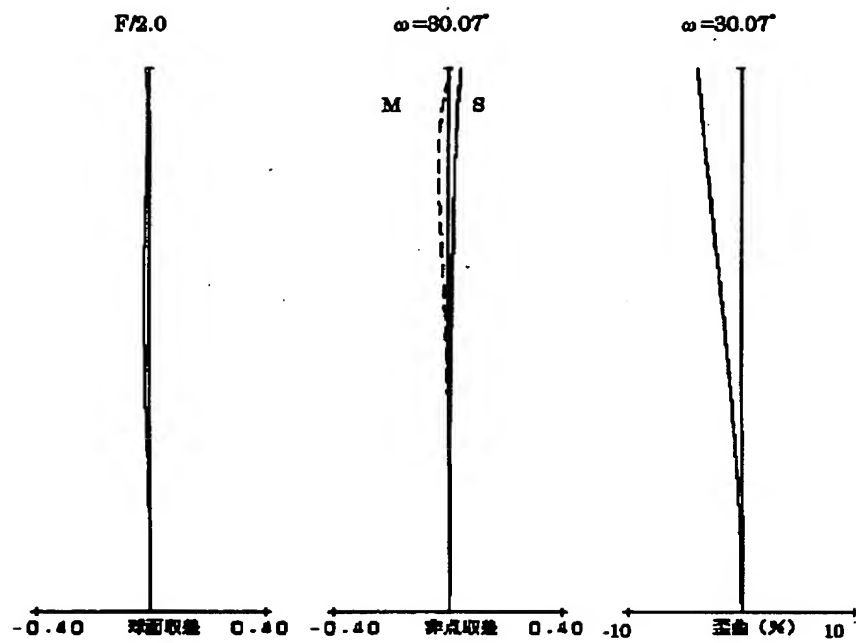
【图 1 1】



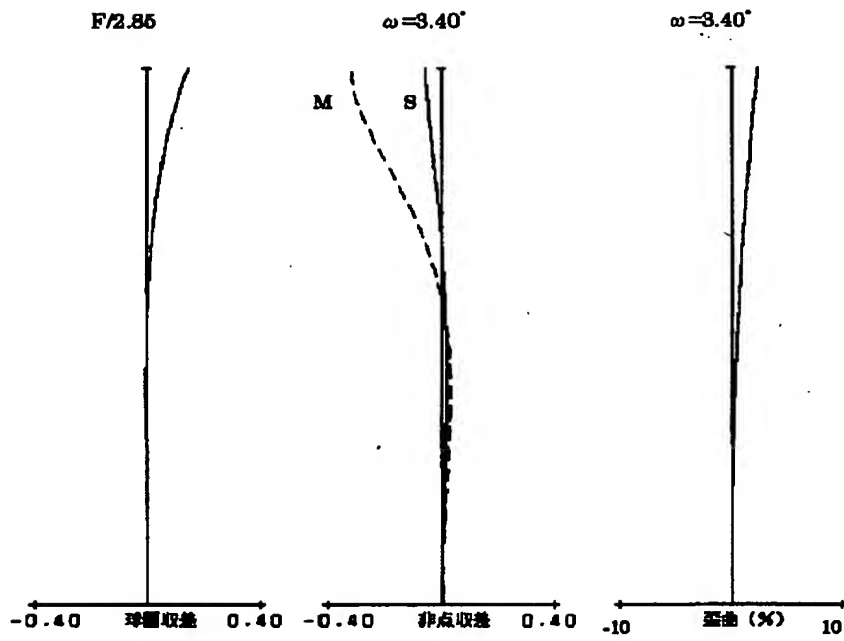
【图 1 2】



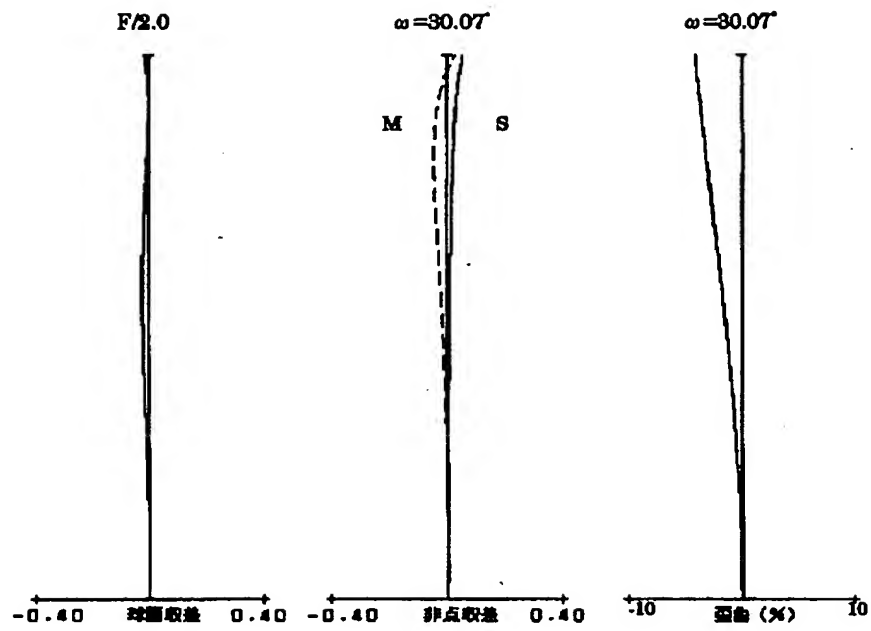
【図13】



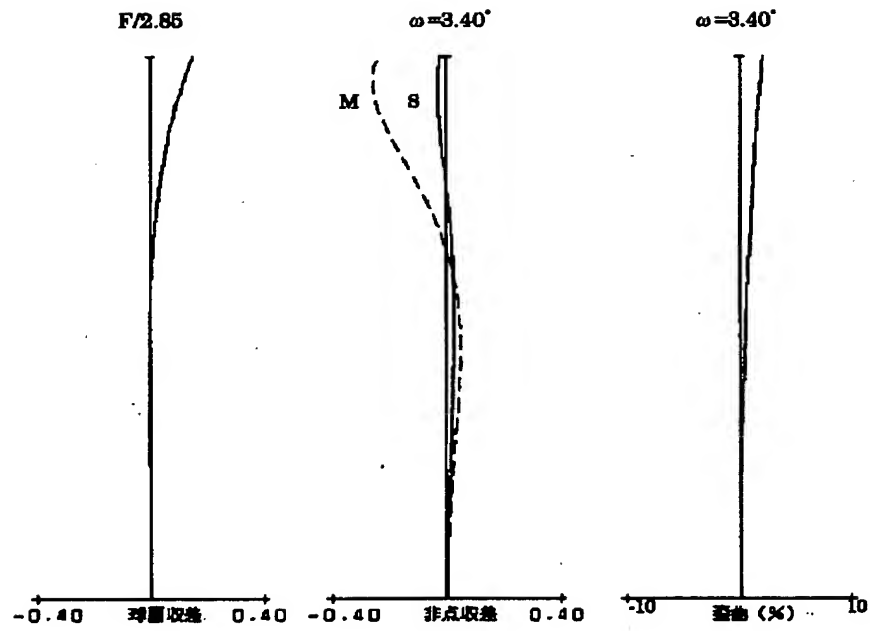
【图 1 4】



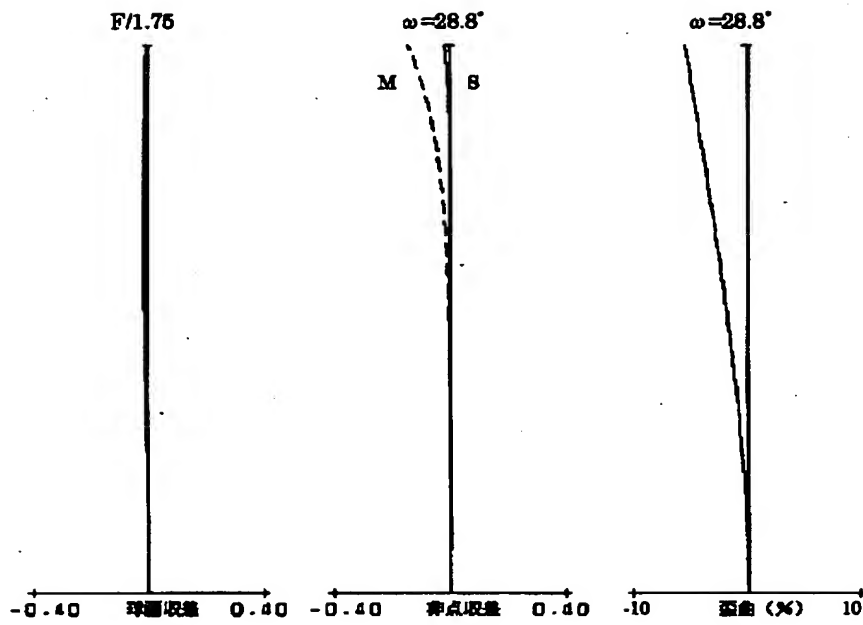
【图 1 5】



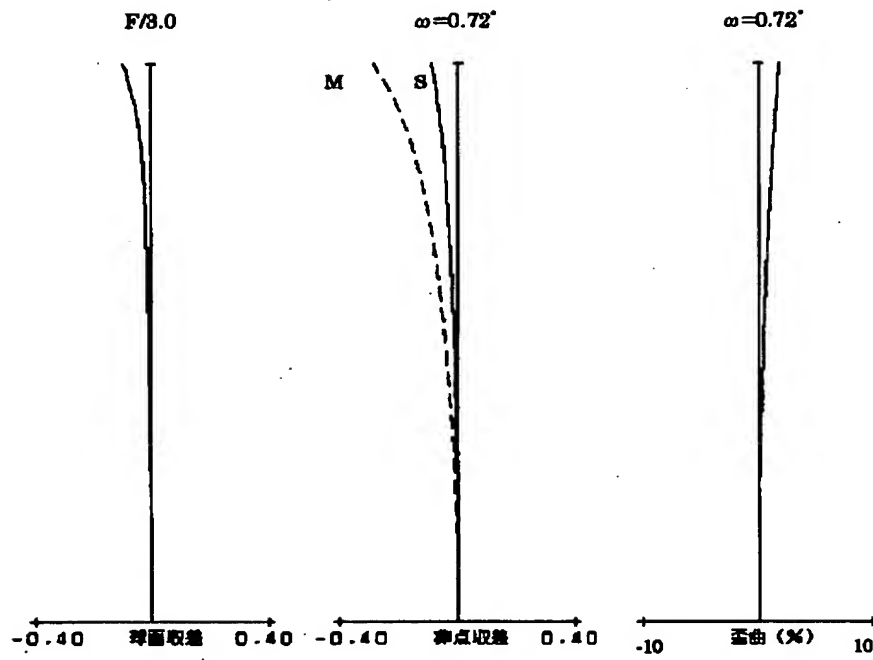
【图 1 6】



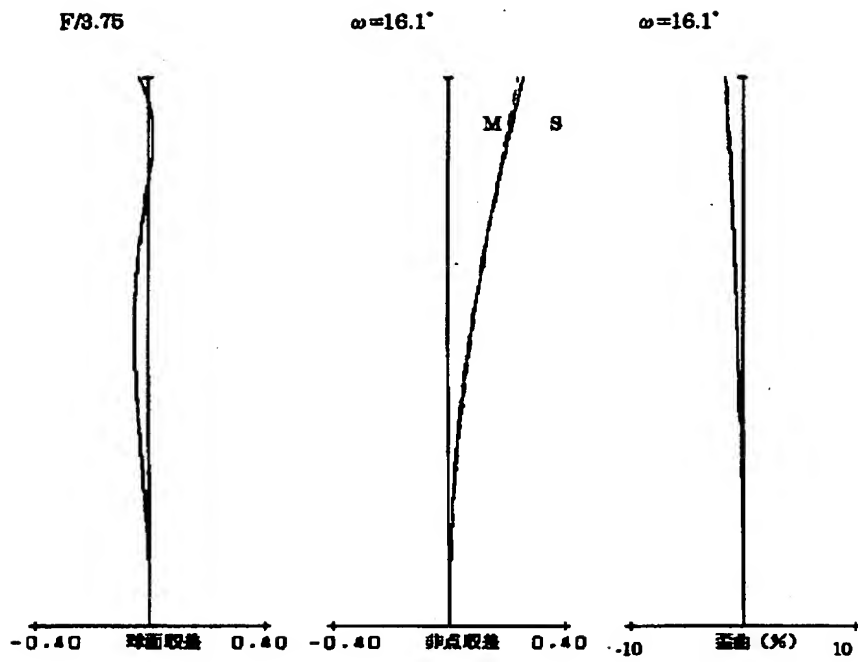
【图 17】



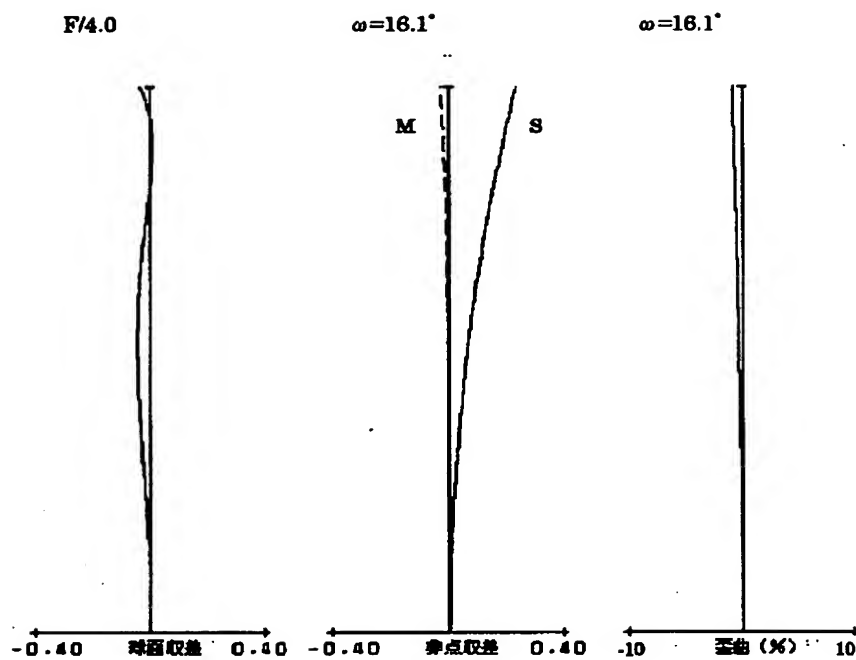
【图 18】



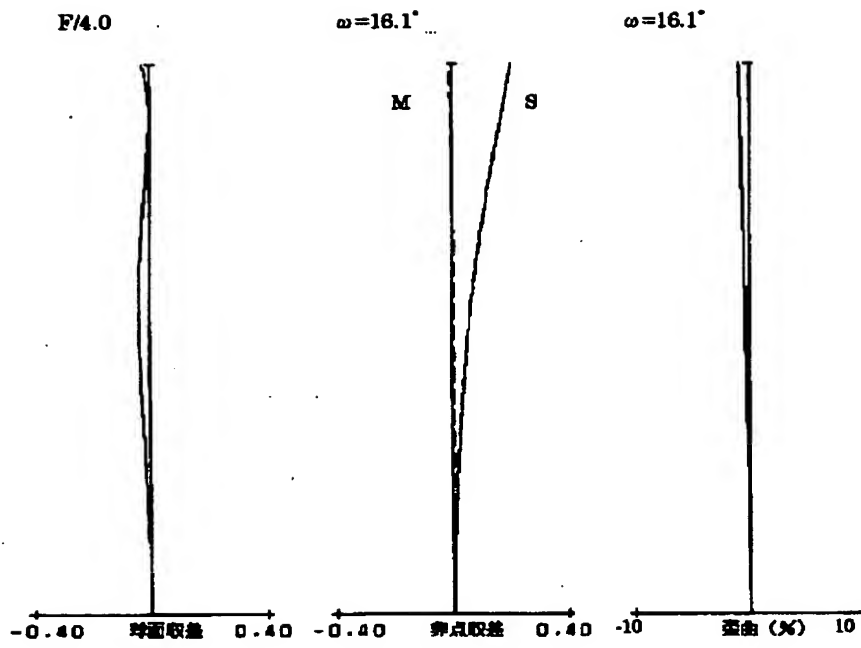
【图 19】



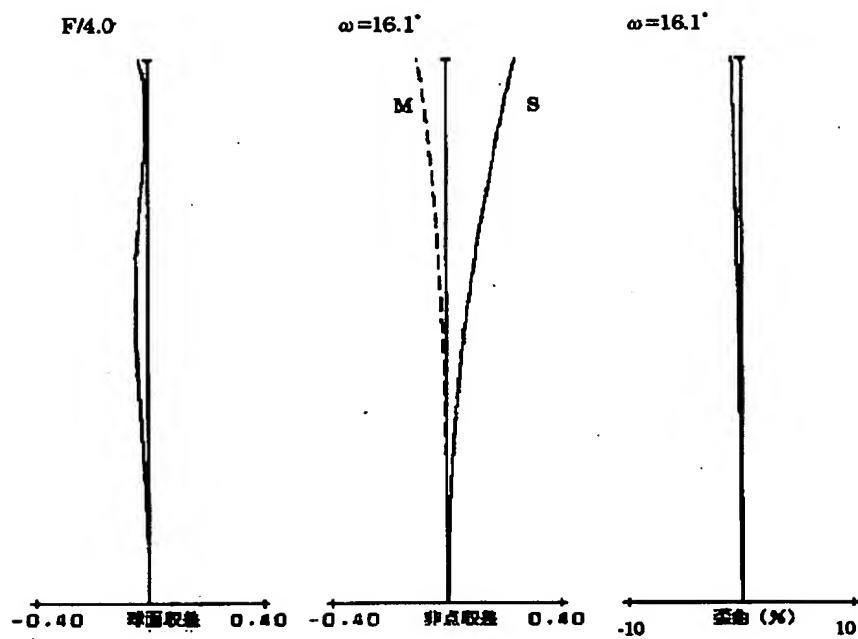
【图 20】



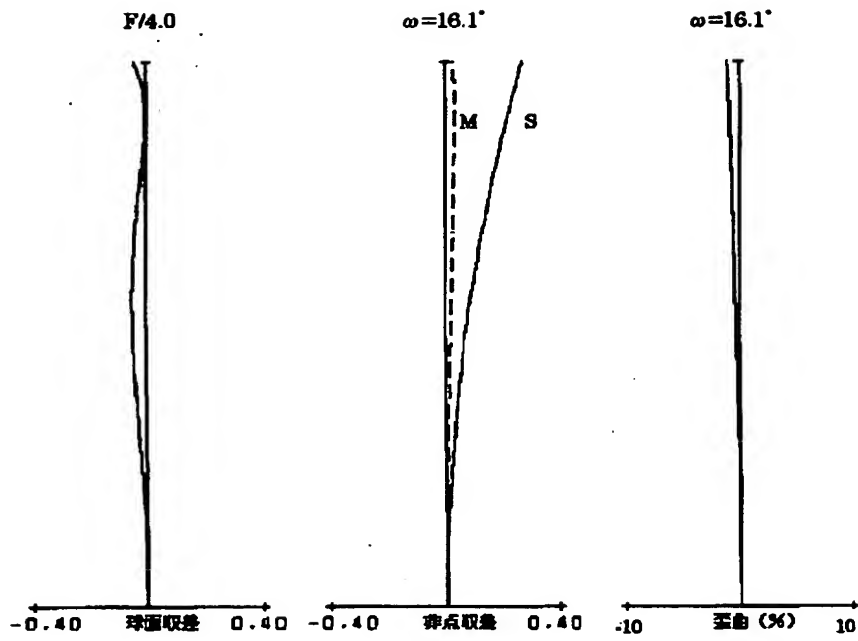
【图 21】



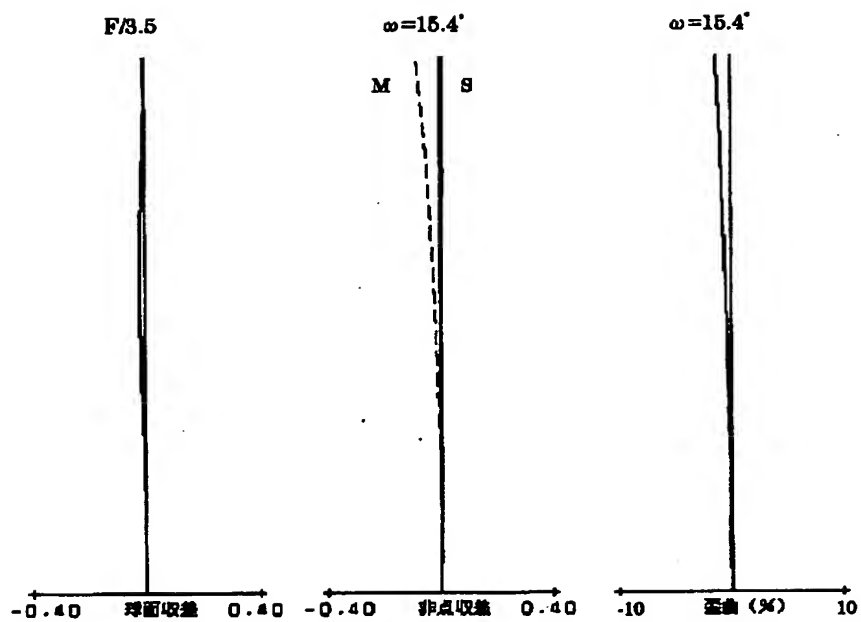
【图 2 2】



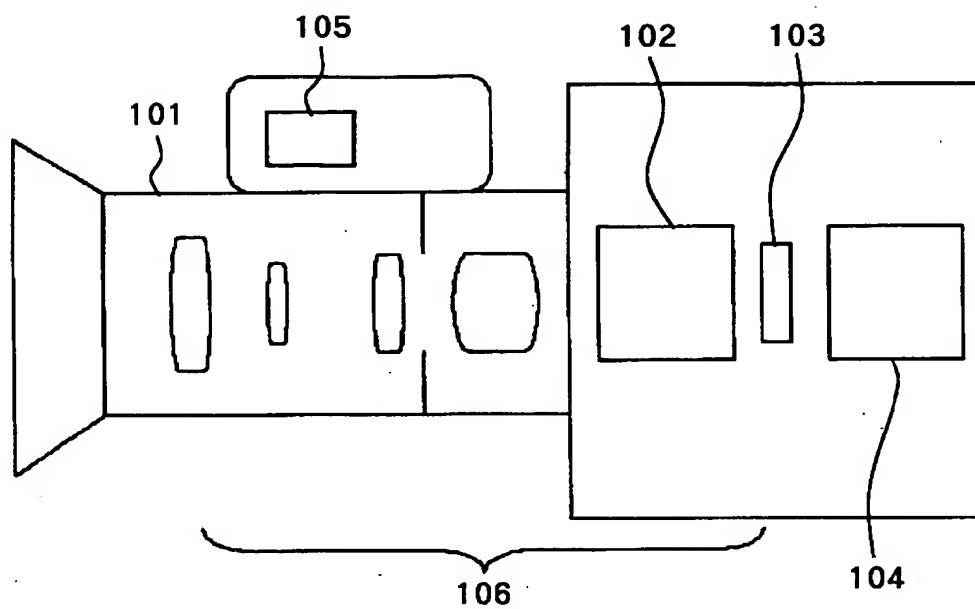
【图 2 3】



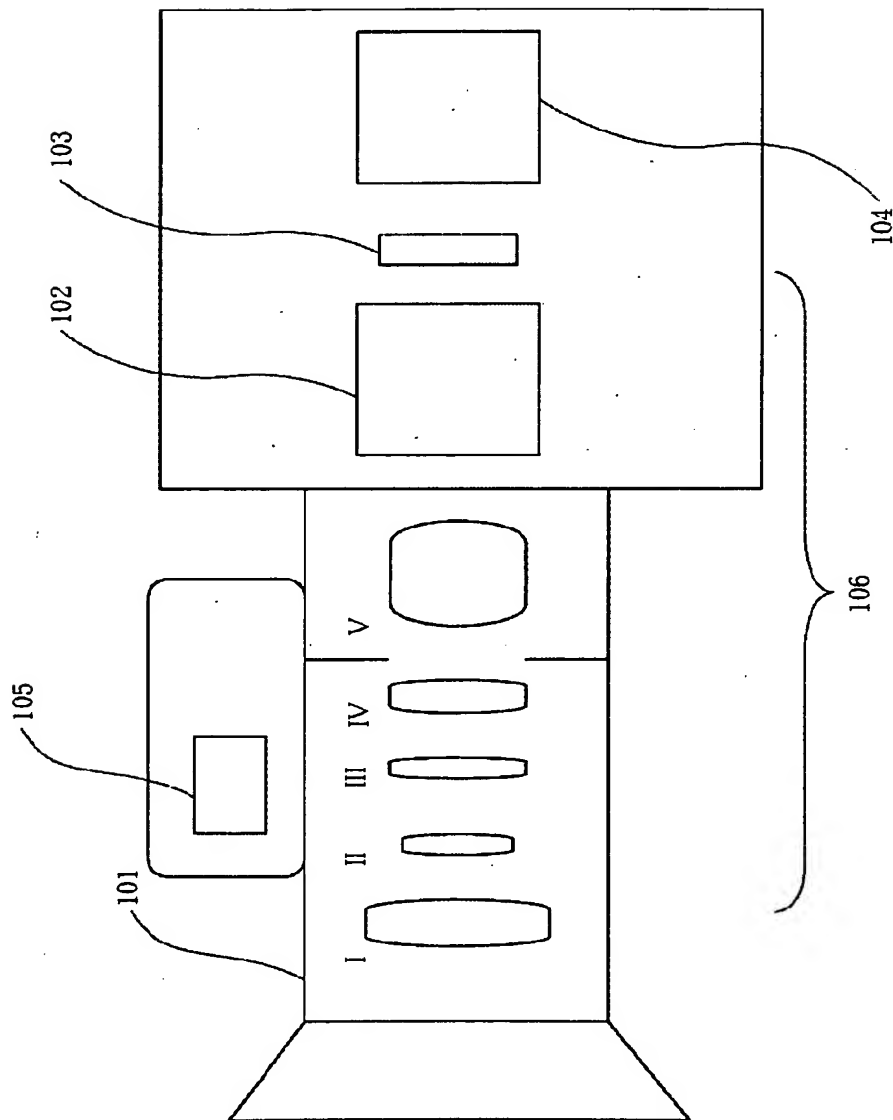
【图 2 4】



【図 2 5】



【図 2 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 リレー群中にウォブリング群を配し、エクステンダー等の挿抜が可能な場合に、この挿抜によるウォブリングに伴う結像倍率の変化が大きい。

【解決手段】 ズームレンズ全体の焦点距離を変化させるため変倍光学群EXを挿抜可能としたズームレンズにおいて、最良結像位置を検出するために光軸方向に微小振幅駆動可能なウォブリング群woを、変倍光学群の挿入位置よりも像側に設ける。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-384439
受付番号	50101853856
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成13年12月21日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000001007
【住所又は居所】	東京都大田区下丸子3丁目30番2号
【氏名又は名称】	キャノン株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】	100090538
--------	-----------

【住所又は居所】	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
----------	-------------------	-----------

【氏名又は名称】	西山 恵三
----------	-------

【選任した代理人】

【識別番号】	100096965
--------	-----------

【住所又は居所】	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
----------	-------------------	-----------

【氏名又は名称】	内尾 裕一
----------	-------

ック調整が可能となるようにしている。

【 0 0 9 4 】

なお、図 1 5, 1 6 にはそれぞれ、本数値実施例 5 のエクステンダー非挿入時における広角端、望遠端での収差図を示している。また、図 2 3 には、エクステンダー挿入時における広角端での収差図を示している。

【 0 0 9 5 】

(数値実施例 6)

【 0 0 9 6 】

【表10】

数值实施例6

f=10.0~440.0 Fno:1.75~3.0 $2\omega:57.6^\circ \sim 1.4^\circ$

r 1=	370.170	d 1=	5.50	n 1=	1.72311	v 1=	29.5
r 2=	179.081	d 2=	0.47				
r 3=	177.086	d 3=	21.52	n 2=	1.43496	v 2=	95.1
r 4=	-738.246	d 4=	0.30				
r 5=	179.834	d 5=	16.94	n 3=	1.43496	v 3=	95.1
r 6=	-18484.355	d 6=	0.30				
r 7=	136.803	d 7=	11.61	n 4=	1.49845	v 4=	81.6
r 8=	299.938	d 8=	可变				
r 9=	2064.706	d 9=	2.00	n 5=	1.82017	v 5=	46.6
r10=	56.194	d10=	4.93				
r11=	-200.836	d11=	1.80	n 6=	1.77621	v 6=	49.6
r12=	58.527	d12=	5.92				
r13=	-70.671	d13=	1.80	n 7=	1.82017	v 7=	46.6
r14=	47.059	d14=	7.61	n 8=	1.93306	v 8=	21.3
r15=	-741.457	d15=	可变				
r16=	-3286.891	d16=	6.09	n 9=	1.50014	v 9=	65.0
r17=	-100.506	d17=	0.30				
r18=	181.499	d18=	2.50	n10=	1.65223	v10=	33.8
r19=	80.299	d19=	11.32	n11=	1.59143	v11=	61.2
r20=	-160.387	d20=	0.20				
r21=	153.942	d21=	11.39	n12=	1.60548	v12=	60.7
r22=	-78.774	d22=	2.50	n13=	1.85501	v13=	23.9
r23=	-210.812	d23=	0.20				
r24=	126.384	d24=	7.22	n14=	1.48915	v14=	70.2
r25=	-511.899	d25=	可变				
r26=	∞ (絞り)	d26=	3.20				
r27=	-61.995	d27=	1.80	n15=	1.79013	v15=	44.2
r28=	27.859	d28=	5.10	n16=	1.81265	v16=	25.4
r29=	95.165	d29=	5.38				
r30=	-36.960	d30=	1.60	n17=	1.73234	v17=	54.7
r31=	61.070	d31=	13.54	n18=	1.59911	v18=	39.2
r32=	-42.108	d32=	10.38				
r33=	-161.981	d33=	6.30	n19=	1.77621	v19=	49.6
r34=	-78.477	d34=	8.00				
r35=	122.002	d35=	6.76	n20=	1.48915	v20=	70.2
r36=	-60.053	d36=	3.00				
r37=	-251.658	d37=	2.20	n21=	1.83932	v21=	37.2
r38=	35.540	d38=	6.45	n22=	1.80349	v22=	56.4
r39=	-139.587	d39=	2.65				
r40=	638.436	d40=	5.93	n23=	1.55099	v23=	45.8
r41=	-36.259	d41=	2.20	n24=	1.81265	v24=	25.4
r42=	-97.233	d42=	0.20				
r43=	101.200	d43=	5.15	n25=	1.51977	v25=	52.4
r44=	-76.148	d44=	5.00				
r45=	∞	d45=	50.00	n26=	1.51825	v26=	64.2
r46=	∞						

17面 非球面

$$R = -1.01 \times 10^{-2}, \quad B = 5.06 \times 10^{-8}, \quad C = 4.27 \times 10^{-12}, \quad D = 2.70 \times 10^{-14}, \\ E = -2.56 \times 10^{-17}$$

【0097】

【表 1 1】

エクステンダー部

r30=	51.233	d29=	9.29	n17=	1.48915	v17=	70.2
r31=	-81.169	d30=	6.13				
r32=	2003.963	d31=	6.03	n18=	1.69979	v18=	55.5
r33=	-41.347	d32=	5.29	n19=	1.85501	v19=	23.9
r34=	-86.830	d33=	1.20				
r35=	49.570	d34=	0.85	n20=	1.82017	v20=	46.6
r36=	33.003	d35=	1.40				
r37=	-672.531	d36=	4.09	n21=	1.82017	v21=	46.6
r38=	17.840	d37=	0.90	n22=	1.85501	v22=	23.9
r39=	35.205	d38=	4.10				
		d39=	5.92				

焦点距離 可変間隔	10.00	65.04	440.00
d 8	4.88	93.03	123.88
d 15	178.94	72.67	2.98
d 25	3.30	21.52	60.26

【0 0 9 8】

図 6 に示す数値実施例 6 では、第 4 群中、像側から 6 番目のレンズをウォブリング群レンズとし、エクステンダー EX を d 2 9 から d 3 4 の 4 5. 2 mm の空間に挿抜可能としている。

【0 0 9 9】

本数値実施例 6 では、第 4 群中のエクステンダー EX を挿抜する空間に、数値実施例 1 ～ 5 までとは異なり、1 x 時に空気間隔として大きく空けておくのではなく、光学系を配置してエクステンダー挿入に伴って 1 x 時の光学系が光軸上から退避（脱出）するようにしている。

【0 1 0 0】

このようにした場合でも、レンズ群 L 4 b の屈折力を適切な範囲に設定することによって、エクステンダー EX の挿抜にかかわらず像高変化率を小さく抑えることが可能となる。

【0 1 0 1】

また、上記各数値実施例において、特に、エクステンダー E X より物体側のレンズ群は、エクステンダー E X の挿抜にかかわらず固定としているが、1 x 時、エクステンダー挿入時とそれぞれ光学系を配置することにより、設計の自由度が増し、より像高変化率の少ない高い光学性能を実現できる。

【0102】

なお、図 1 7, 1 8 にはそれぞれ、本数値実施例 6 のエクステンダー非挿入時における広角端、望遠端での収差図を示している。また、図 2 4 には、エクステンダー挿入時における広角端での収差図を示している。

【0103】

【表 1 2】

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6
条件式 (1)	0.27	0.14	0.14	0.16	0.52	0.08
条件式 (2)	0.14	0.45	0.49	0.54	2.06	0.64
条件式 (3)	0.0000	0.0008	0.0008	-0.0005	0.0013	0.0002
結像倍率の変化率(%)	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
EXT 挿入時の結像倍率の変化率(%)	0.01	0.02	0.03	0.05	0.10	0.04

【0104】

以上説明したように、本実施形態によれば、F ナンバーが 1. 8 ~ 2 程度と大口径で、しかも変倍比が 1 0 倍以上と高倍率であるとともに、リレー群中にエクステンダー E X 等の光学系の挿抜があっても、ウォブリングに伴う結像倍率の変化が少なく、且つ全変倍範囲にわたり良好な光学性能を有したテレビカメラやビデオカメラ等に好適なズームレンズを実現することができる。

【0105】

(第 2 実施形態)

次に数値実施例 1 ~ 6 のズームレンズを撮影光学系として用いた撮影システム(テレビカメラシステム)の実施形態を図 2 5 を用いて説明する。

【0106】

図 2 5 において、1 0 6 はレンズを含む撮影システム本体、1 0 1 は数値実施例 1 ~ 6 のズームレンズによって構成された撮影光学系、1 0 2 はフィルターや

色分解プリズムに相当するガラスブロック、103は撮影光学系101によって形成される被写体像を受光するCCD等の撮像素子、104、105は撮影装置及びレンズの制御を司るCPUである。

【0107】

このように数値実施例1～6のズームレンズをテレビカメラ等の撮影システムに適用することにより、エクステンダーEXの挿抜にかかわらず、オートフォーカスのためにウォブリング群woを光軸方向に微小振幅駆動したときに生じる結像倍率の変化が小さい、すなわち画面が見苦しいものとならない撮影システムを実現することができる。

【0108】

本発明は、図1～6に記載されたズームレンズに限定されない。図1～6のレンズ群以外のレンズ群をズームレンズに追加しても良い。

【0109】

例えば、図26の如く、レンズ群をI群、II群、III群、IV群、V群の構成にしても良い。図26において、図25と同一符号部分は、同一部材である。

【0110】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、変倍光学群の挿抜にかかわらず、ウォブリング群を光軸方向に微小振幅駆動したときに生じる結像倍率の変化を小さくすることができる。

【0111】

なお、条件式(1)を満足すれば、変倍光学群が挿入されていない状態でのウォブリングに伴う結像倍率の変化を十分小さく抑えることができる。

【0112】

さらに、条件式(2)を満足すれば、変倍光学群が挿入された状態でもウォブリングに伴う結像倍率の変化を十分小さく抑えることができる。

【0113】

また、条件式(3)を満足すれば、変倍光学群の挿抜に伴うウォブリング群へ

の入射角変化を小さくすることができ、結像倍率の変化をより確実に小さくすることができる。

【0114】

なお、ウォブリング群を、第4群中最も像側に配置すれば、微小振幅駆動されるウォブリング群の小型化および軽量化を図ることができる。

【0115】

また、変倍光学群を挿入することにより、第4群の一部が光軸上から退避する構成とすれば、ズームレンズ全体のコンパクト化を図りつつも、変倍光学群の挿入スペースを広く確保することが可能となり、変倍光学群の挿入時における光学性能の低下を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1実施形態であるズームレンズの数値実施例1の広角端での断面図である。

【図2】

上記第1実施形態であるズームレンズの数値実施例2の広角端での断面図である。

【図3】

上記第1実施形態であるズームレンズの数値実施例3の広角端での断面図である。

【図4】

上記第1実施形態であるズームレンズの数値実施例4の広角端での断面図である。

【図5】

上記第1実施形態であるズームレンズの数値実施例5の広角端での断面図である。

【図6】

上記第1実施形態であるズームレンズの数値実施例6の広角端での断面図である。

【図 7】

上記第 1 実施形態であるズームレンズの絞り以降における光学配置（エクステンダー非挿入時）の概略図である。

【図 8】

上記第 1 実施形態であるズームレンズの絞り以降における光学配置の概略図（エクステンダー挿入時）である。

【図 9】

上記数値実施例 1 の広角端での収差図である。

【図 1 0】

上記数値実施例 1 の望遠端での収差図である。

【図 1 1】

上記数値実施例 2 の広角端での収差図である。

【図 1 2】

上記数値実施例 2 の望遠端での収差図である。

【図 1 3】

上記数値実施例 4 の広角端での収差図である。

【図 1 4】

上記数値実施例 4 の望遠端での収差図である。

【図 1 5】

上記数値実施例 5 の広角端での収差図である。

【図 1 6】

上記数値実施例 5 の望遠端での収差図である。

【図 1 7】

上記数値実施例 6 の広角端での収差図である。

【図 1 8】

上記数値実施例 6 の望遠端での収差図である。

【図 1 9】

上記数値実施例 1 におけるエクステンダー挿入時の広角端での収差図である。

【図 2 0】

上記数値実施例 2 におけるエクステンダー挿入時の広角端での収差図である。

【図 2 1】

上記数値実施例 3 におけるエクステンダー挿入時の広角端での収差図である。

【図 2 2】

上記数値実施例 4 におけるエクステンダー挿入時の広角端での収差図である。

【図 2 3】

上記数値実施例 5 におけるエクステンダー挿入時の広角端での収差図である。

【図 2 4】

上記数値実施例 6 におけるエクステンダー挿入時の広角端での収差図である。

【図 2 5】

上記第 1 実施形態のズームレンズを撮影光学系として用いた撮影システムの構成図である。

【図 2 6】

上記第 1 実施形態のズームレンズを撮影光学系として用いた第 2 の撮影システムの構成図である。

【符号の説明】

I 第 1 群

I I 第 2 群

I I I 第 3 群

I V 第 4 群

G 色分解光学系, フィルタ等

E X エクステンダー

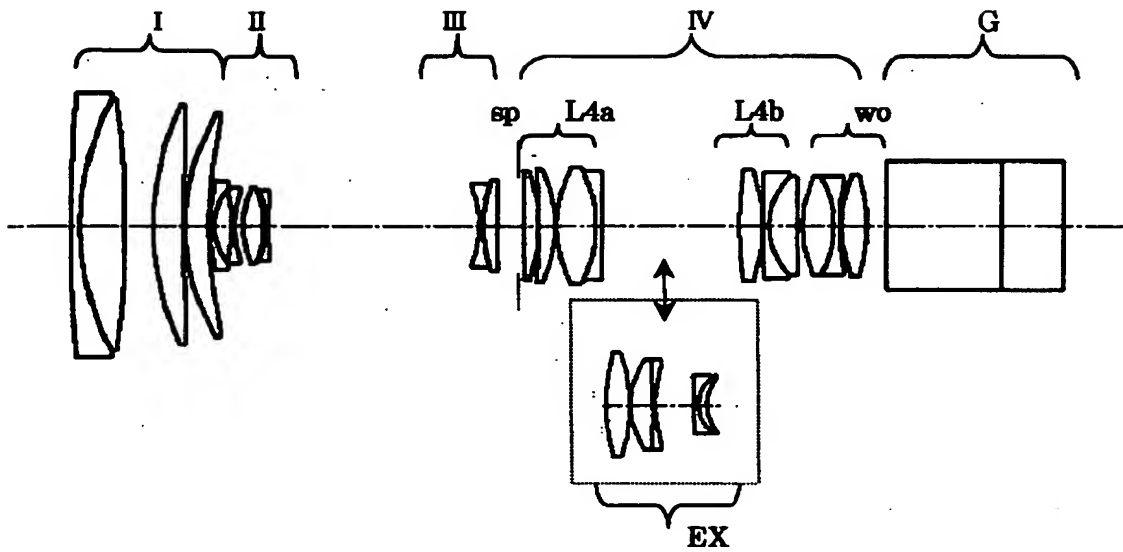
L 4 a エクステンダーより物体側のレンズ群 (エクステンダーの挿抜時に固定)

L 4 b ウォブリング群の直前のレンズ群 (エクステンダー挿入時に固定、もしくは退避)

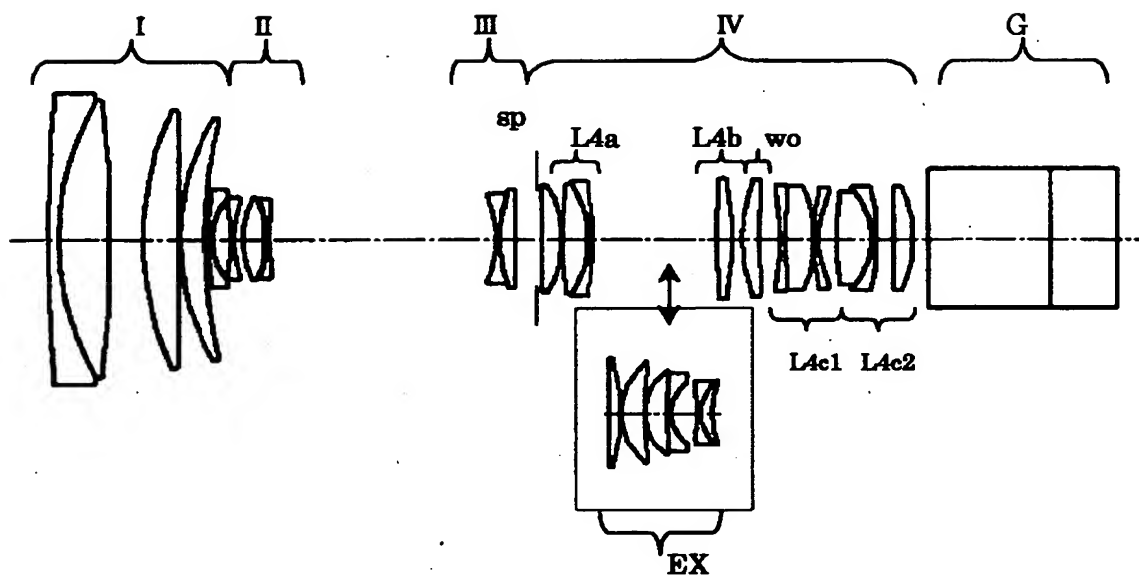
w o ウォブリング群

【書類名】 図面

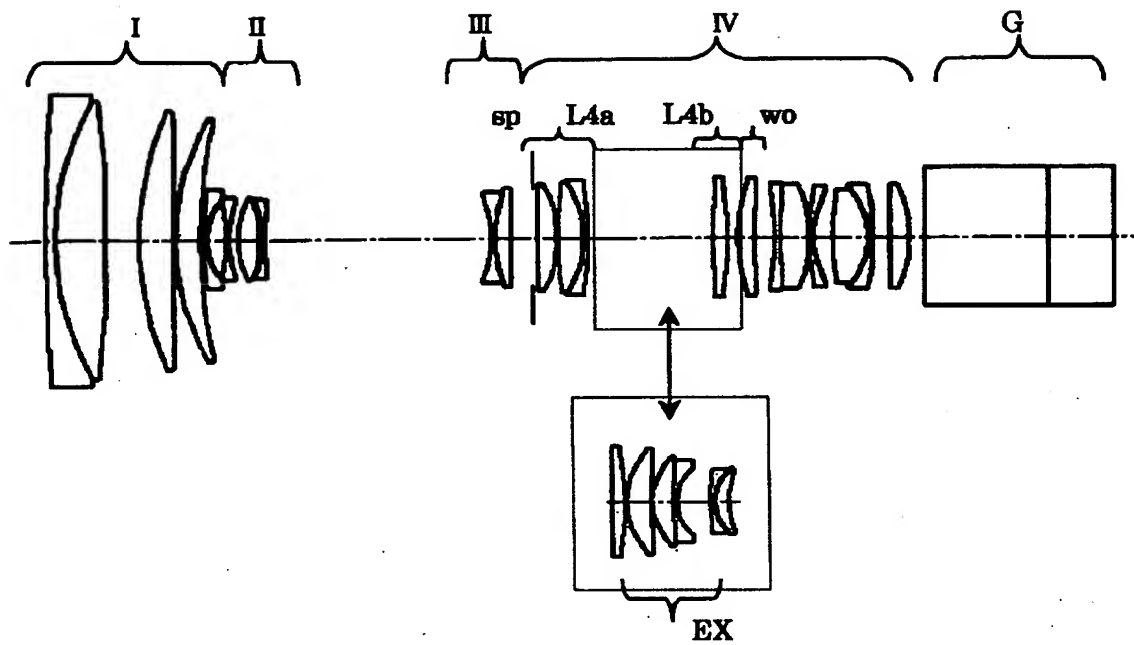
【図 1】



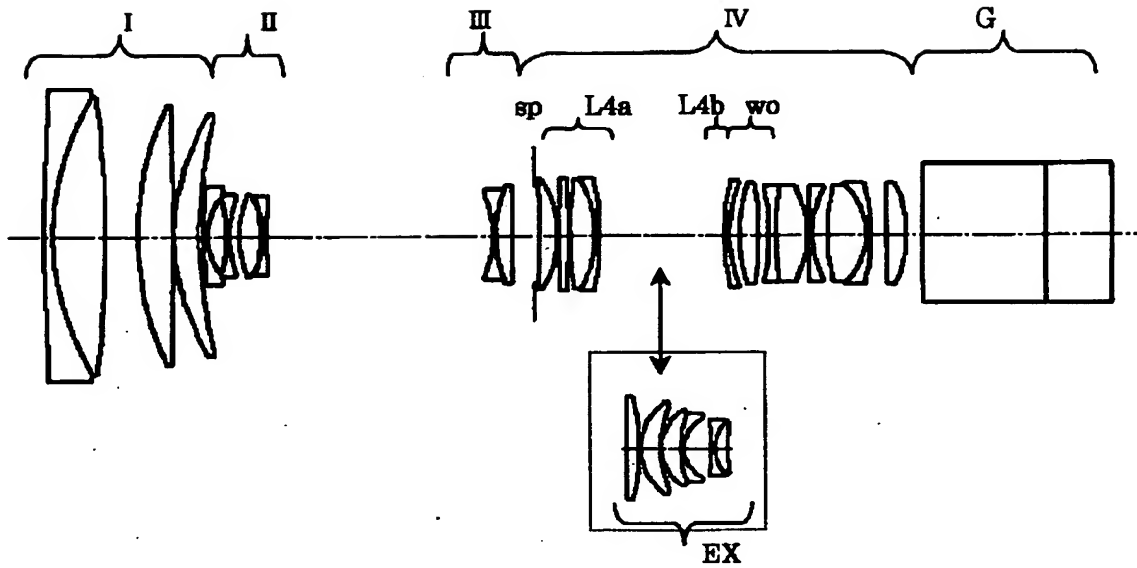
【図 2】



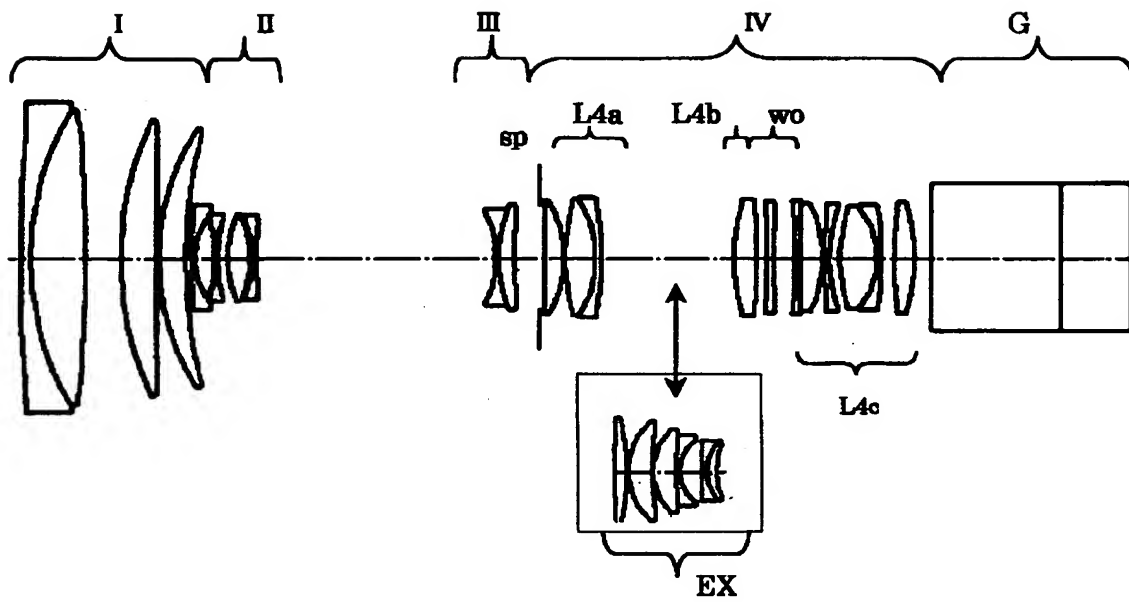
【図3】



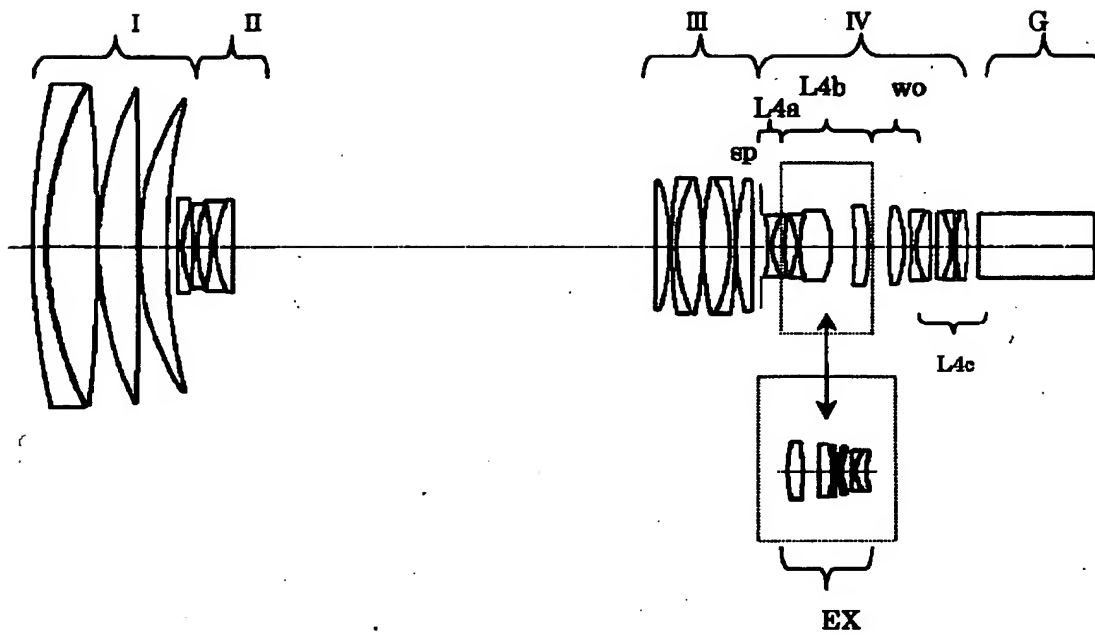
【図 4】



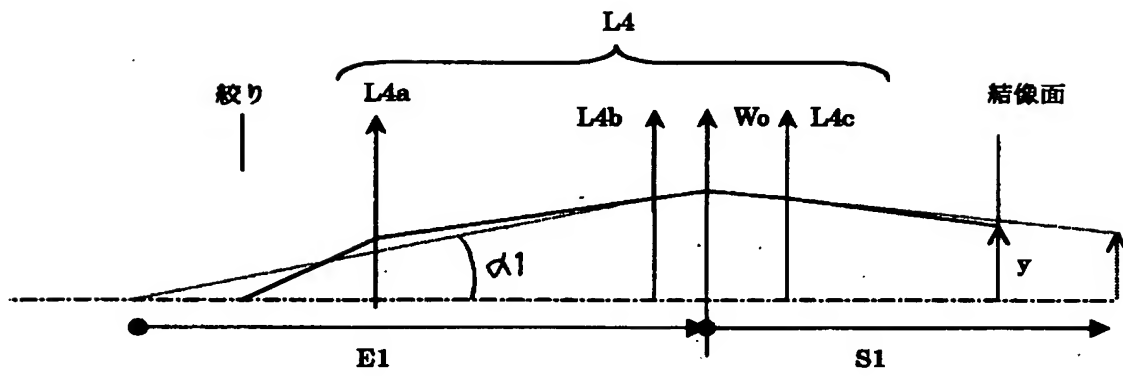
【図 5】



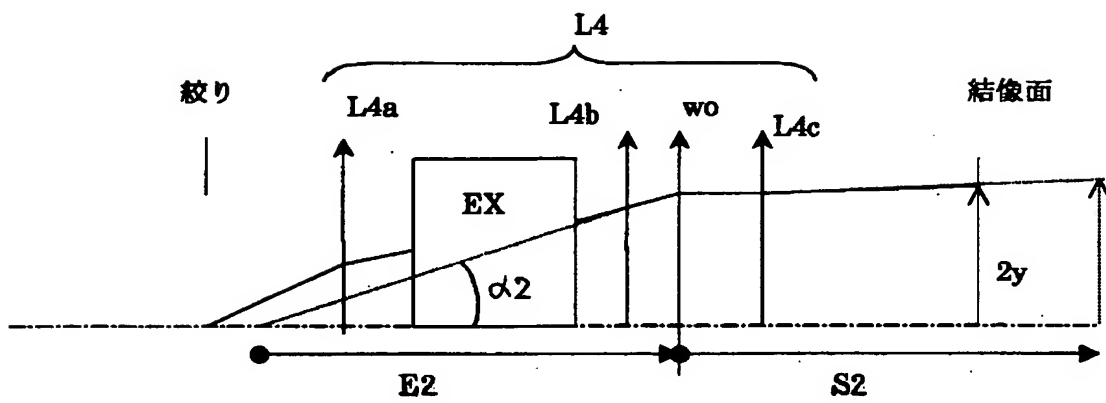
【図 6】



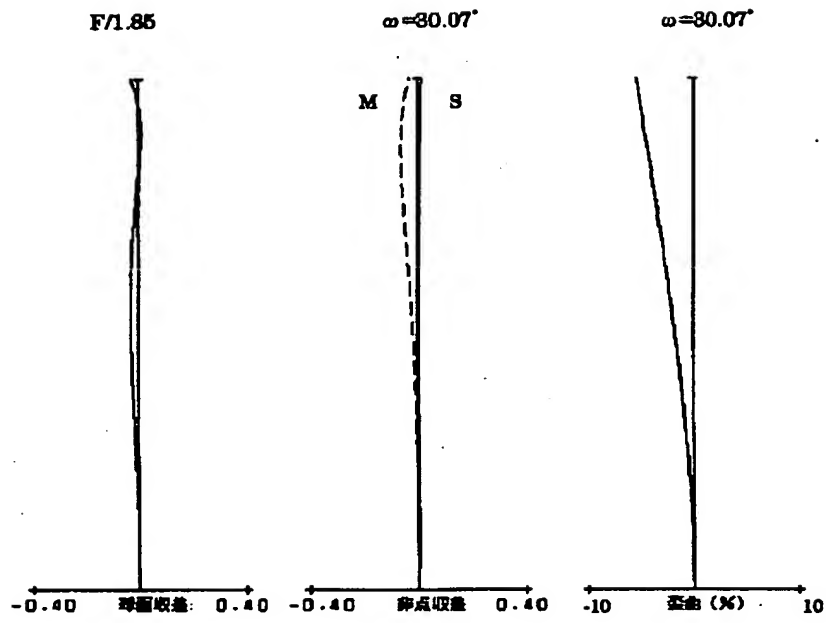
【図 7】



【図 8】



【图 9】



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
氏 名 キヤノン株式会社